



Trabajo Fin de Grado

Obtención de información a través de medios
aéreos no tripulados y sus aplicaciones tácticas

Autor

José Luis Ruiz Albaladejo

Director/es

Director Académico: Dr. Daniel Casanova Ortega

Director Militar: Cap. Ismael Pérez Cobo

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
Año 2018

Agradecimientos

En primer lugar me gustaría agradecer el tiempo invertido en mi Trabajo de Fin de Grado a mis tutores, el Capitán D. Ismael Pérez Cobo y el Dr. Daniel Casanova Ortega.

En segundo lugar a la Unidad en la que realicé mis Prácticas Externas, el Regimiento de Infantería “Príncipe” Nº3, por la completa integración en las actividades de la Unidad. En especial mencionar a la Compañía de Mando y Apoyo del Batallón de Infantería Protegido “San Quintín” I/3, con alusión especial a todos los componentes de la Sección de Reconocimiento.

Y por último, a mi familia y amigos por apoyarme en todo momento durante la realización del Trabajo.

Abstract

The only constant in the battlefield is the change, and the need to adapt to the new scenarios is the continuous concern of the worldwide armies. The advantage of the technology has allowed the development of unmanned aerial vehicles with diverse capabilities as observation or even fire support, previously unthinkable. The generalized use of this kind of technology has suggested to do some changes in the combat units of the modern armies.

Nowadays the Spanish Army does not have Remotely Piloted Aircraft System (RPAS) integrated in the maneuver units. They are centralized in the Brigade or superior units. This situation, compared to the international inclination about the Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), puts the Spanish Army in a disadvantage position. The tactical benefits of having this kind of systems make the maneuver units increase their possibilities of reconnaissance and surveillance.

This final degree project has as the main objective to analyze the actual situation, to know the needs of the units of the Spanish Army. Once this needs had been identified, a study will be made of advantages and disadvantages that these systems offer to the maneuver units in the organic organization. The effect of deploying these systems in the area of operations in terms of the protection of force and the modification of the traditional cycle of intelligence due to its use. As well as the tactical application of having unmanned aerial means with combat capacity.

There are a lot of benefits that the system can offer to the Unit Commander, but not just in the tactical level. There are economic studies in a higher level that show benefit of using UAVs instead of the classical combat jets, because of the fuel expense, the flight time or the possibility of not risking pilot's life. At the moment, the UAVs are reaching a great combat capacity, they have nothing to envy to the combat aircrafts. For example, the North American strategic UAV called Reaper can carry up to fourteen Hellfire missiles. Of course this kind of capabilities are referred to strategic systems, which are impossible to introduce in maneuver Units as Infantry Battalions or Companies, due to their logistic necessities, as a landing track, the big load of fuel, impossibility of being carried inside the combat vehicles, the maintenance required, etc.

The UAV technology have taken a huge advance during the last years, nowadays there are systems which are able to be used as missile launchers. The main advantage of this capability is that the airplane can travel for hundreds of kilometers to attack the objective with high precision air-surface missiles, increasing notably the reach of the weapons used, and reducing the collateral effects of the attack. The system can load a lot of different ammunitions depending on the mission and the effects wished by the operators.

However, the main task of the project is not the strategic UAVs. It is focused in mini UAVs, with a weight inferior to five (5) kilograms, as the RAVEN and Black Hornet. Due to the possibility of integrating this kind of systems in the deployment of the combat units, because of the size, the system is able to be carried into the regular combat vehicles, and it is capable to takeoff without a runway. This characteristics make mini UAVs the perfect tool to be integrated in the maneuver units, so the commander can have the possibility to deploy the system whenever he determines it is necessary.

Some conclusions could have been taken based on the survey made to some Company and Battalion Commanders. They were asked about the actual capabilities that the UAVs have in the combat units, their opinion about the optimal capabilities that a UAV should have to be completely useful to the units commanders and the possibility of integrating a mini UAV team in the

organic organization of the Infantry Companies and Battalions. To benefit the daily training of the units, so the combat units can get used to have the capabilities that UAVs offers. Unit commanders use to think it is a very useful tool because they can see whatever is around their unit without risking the life of their soldiers and preserving the possibility of changing the unit deployment depending on the enemy. They are also able to recognize areas with an special tactical interest.

Resumen

Lo único constante en el campo de batalla es el cambio, y la necesidad de adaptación a los nuevos escenarios es la preocupación constante de los ejércitos del mundo. El avance de la tecnología ha permitido el desarrollo de medios aéreos no tripulados con diversas capacidades, como observación o incluso apoyo de fuegos, antes impensables. La aparición de este tipo de tecnologías ha sugerido realizar algunos cambios en las unidades de combate de los ejércitos modernos.

Este trabajo tiene como objetivo analizar la situación actual para conocer principalmente las necesidades de las unidades del Ejército de Tierra. Una vez identificadas dichas necesidades se hará un estudio de las ventajas e inconvenientes que genera tener estos sistemas en la orgánica de las unidades, el efecto del despliegue de estos sistemas en zona de operaciones en cuanto a la protección de la fuerza y la modificación del tradicional ciclo de inteligencia debido a su utilización, así como la aplicación táctica de disponer de medios aéreos no tripulados con capacidad de combate.

Índice

Agradecimientos.....	ii
Abstract	iv
Resumen.....	v
Índice	vi
Abreviaturas.....	vii
Introducción	1
Objetivos y alcance del trabajo	3
Estado del arte de los vehículos aéreos no tripulados	4
Situación actual de los UAVs a nivel nacional.....	4
Situación actual de los UAVs a nivel internacional.....	6
Ventajas e inconvenientes de la utilización de medios aéreos no tripulados en Unidades tipo Batallón y Compañía	9
Análisis de riesgos del empleo de mini UAVs a nivel táctico	17
Como afecta el uso de los medios aéreos no tripulados a la Protección de la Fuerza	18
Cómo afecta el uso de medios aéreos no tripulados al ciclo de inteligencia	19
UAVs con capacidad para el Apoyo de Fuegos (UCAVs).....	22
Conclusiones	23
Bibliografía	24
ANEXO A	25
ANEXO B	28
ANEXO C	34
ANEXO D	39

Abreviaturas

AGT -Agrupación Táctica
AOR -Area of responsibility
Bon -Batallón
Cía. -Compañía (Referida a una unidad militar de esta entidad)
CR -Close Range
DAFO - Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
ET -Ejército de Tierra
GT -Grupo Táctico.
HALE -High Altitude Long Endurance
HTOL -Horizontal Takeoff and Landing
I+D -Investigación y Desarrollo
IED -Improvised Explosive Device
IR -Infrared Radiation
LALE -Low Altitude Long Endurance
LR -Long Range
MALE -Medium Altitude Long Endurance
MR -Medium Range
ORTF -Operador de Radioteléfono
OTAN -Organización del Tratado del Atlántico Norte
PASI -Plataforma Autónoma Sensorizada de Inteligencia
PC -Puesto de Mando (Post of Command)
RINT -Regimiento de Inteligencia
RI -Regimiento de Infantería
RPAS -Remotely Piloted Aircraft System
SERECO -Sección de Reconocimiento
SR -Short Range
TUAV -Tactical Unmanned Aerial Vehicle
UAV -Unmanned Aerial Vehicle
UCAR -Unmanned Combat Aerial Rotorcraft
UCAV -Unmanned Combat Aerial Vehicle
VCR -Very Close Range
VSTOL -Vertical Short Takeoff and Landing

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 Previsión del valor total de la producción mundial de vehículos aéreos no tripulados militares de 2015 a 2023(en millones de dólares) Fuente:(Statista, 2014)	4
Ilustración 2 Izquierda: Cabo del ET lanzando el RAVEN. Derecha: Sistema PASI Mk II perteneciente al ET (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014)	5
Ilustración 3 micro UAV Black Hornet del ET Fuente: http://www.hispaviacion.es/ezapac-incorpora-al-micro-uav-pd-100-black-hornet-unidades/	5
Ilustración 4 Principales países exportadores de vehículos aéreos no tripulados en el mundo entre 1985 y 2014 .(Statista, 2018).....	6
Ilustración 5 Comparación de costos de operación y adquisición de varias aeronaves tripuladas y no tripuladas. Fuente:(Boyle, 2012)	8
Ilustración 6 Munición de 40mm modificada lanzada por un drone de origen civil. Fuente: https://twitter.com/worldonalert/status/829062154020147200	15
Ilustración 7 Ciclo clásico de inteligencia . Fuente:(J. Jordán, 2016). Una revisión del ciclo de inteligencia. Grupo de Estudios En Seguridad Internacional. Recuperado de http://www.seguridadinternacional.es/?q=es/content/una-revisión-del-ciclo-de-inteligencia	20

Introducción

El presente Trabajo de Fin de Grado se basa en el estudio de las aplicaciones tácticas de los vehículos aéreos no tripulados (UAV, del inglés, Unmanned Aerial Vehicle) a nivel Batallón (Bon) o Grupo Táctico (GT). Este último es equivalente a la entidad Bon pero con agregaciones de unidades para suplir las carencias en capacidades que son necesarias para una determinada operación. Un Bon de Infantería Protegido está formado por la Plana Mayor y cinco unidades tipo Compañía (Cía), siendo éstas, tres Cías de fusiles homogéneas, una de Mando y Apoyo y una quinta de Servicios. Las unidades de maniobra de las que dispone el Jefe de Bon son las tres Cías de fusiles, además de una Sección de Reconocimiento (SERECO), dedicada especialmente al reconocimiento como su nombre indica, y otra Sección de Morteros, principal elemento de apoyo de fuegos del Bon. Ambas encuadradas orgánicamente dentro de la Cía de Mando y Apoyo. El trabajo se basa en la utilidad de agregar orgánicamente sistemas aéreos pilotados de forma remota (RPAS, del inglés, Remotely Piloted Aircraft System) en las unidades de maniobra del Bon, esto es, las tres Cías de fusiles, la SERECO, la Sección de Morteros y al Jefe del Bon.

Para comprender la situación actual, debemos introducir qué ha ocurrido en los últimos años en relación a los medios aéreos. Antes de la Primera Guerra Mundial, ya se empezó a trabajar en la obtención de información a través de medios aéreos. En 1908 el boticario alemán Julius Neubronner patentó un arnés para palomas, capaz de obtener fotografías aéreas del terreno (J. Sanz, 2015). Se podría considerar el primer medio aéreo de obtención de información, rudimentario a la par que útil. Además de estos primeros avances, durante la Primera Guerra Mundial se desarrollaron medios aéreos no tripulados utilizados como blancos móviles para la instrucción de la artillería antiaérea y como armas guiadas remotamente, pues solían cargar bombas o torpedos. Estas funciones se mantuvieron en desarrollo en el periodo entreguerras, pero tras la Segunda Guerra Mundial, se enfocó su utilización a otras actividades, como el reconocimiento aéreo. Años después se vio enormemente potenciado tras el derribo del avión espía U2 americano en territorio soviético (1960), tras el cual el piloto de la aeronave fue capturado. Tras la eficacia del UAV norteamericano Firebee en la guerra del Yom Kippur, Israel se volcó al desarrollo de este tipo de sistemas, invirtiendo en su desarrollo a través de la empresa pública Israel Aerospace Industries. Otro gran empujón a la industria de los UAVs fue la Guerra del Golfo. A partir de entonces se empieza a estandarizar la utilización de medios aéreos no tripulados en unidades de combate convencional, dedicados especialmente al reconocimiento. Esta integración en las unidades convencionales ha derivado en su amplia utilización en operaciones de estabilización como Afganistán, Líbano, Irak, Mali, etc. Tanto ha sido su empleo que en 2014 los UAVs estratégicos Reaper estadounidenses sumaban mil cuatrocientas horas de vuelo al día. (G.Soriano, 2015)

En este momento el Ejército de Tierra (ET) utiliza los medios RPAS para obtener información y difundir inteligencia. Debido a los medios disponibles, todavía no es capaz de emplearlos para realizar funciones de apoyo de fuegos. Una de las características más limitantes del desarrollo de la inteligencia es el tiempo. Esto se debe a que la inteligencia más precisa e importante, si no se obtiene y difunde a tiempo, no tiene ningún valor táctico. Este problema se intenta suplir en gran parte bajando a nivel táctico el ciclo de la inteligencia, una de las formas para hacer esto es la agregación de equipos UAV a niveles de unidades tipo Cía. e incluso Sección.

En la actualidad, la utilización a nivel táctico de medios aéreos no tripulados está obteniendo cada vez más protagonismo. Prueba de ello es la incorporación de sistemas tipo RAVEN y Plataforma Autónoma Sensorizada de Inteligencia (PASI) a las unidades desplegadas

en el exterior por parte del Ejército Español. La fluidez y velocidad en la obtención de la inteligencia es clave en los ambientes de conflicto actuales. Los UAVs son un elemento que aceleran el ciclo de inteligencia, esto es, la secuencia mediante la cual se obtiene información. Este ciclo de inteligencia consta de cuatro fases: Dirección, Obtención, Elaboración y Difusión, en el área de responsabilidad (AOR, del inglés; Area of Responsibility) como veremos más adelante. Un ciclo de inteligencia a nivel demasiado alto ralentiza el proceso por problemas de enlace o procesamiento masivo de datos innecesarios. A nivel táctico, estos sistemas apoyan al Mando en la toma de decisiones, pues la inteligencia se consigue a tiempo real, y lo más importante, seleccionada por el Jefe de la Unidad que se encuentra desplegada, conocedor de las necesidades de su despliegue. La reducción del tiempo de creación de la inteligencia se debe a que se reduce el número de escalones de mando que necesita recorrer la información para convertirse en inteligencia, desarrollándose todo el ciclo de inteligencia a nivel táctico por la propia unidad consumidora.

El incremento del protagonismo de los UAVs no solo se debe a las capacidades tácticas que ofrecen estos medios a las unidades de combate directamente. A nivel estratégico y operacional también supone un gran avance, principalmente porque evitan arriesgar las vidas de los pilotos de aviones de reconocimiento o combate, ya sea por recibir un ataque o porque la aeronave se precipite por algún fallo mecánico, pero no es la única ventaja. Económicamente los medios RPAS han marcado una gran diferencia. Han ofrecido las mismas capacidades o mejores que los clásicos aviones de combate y reconocimiento, con un coste, tanto de adquisición como de mantenimiento significativamente menor. Aspecto importante en la industria armamentística, pues las guerras se han basado en hacer lo mismo que el enemigo o más con medios más eficientes y económicos. Por ello, los misiles contra carro son más económicos que un carro de combate, por ejemplo.

El estudio desarrollado en este trabajo se basa principalmente en UAVs tipo mini UAV, pues es el sistema actualmente operativo en el ET a nivel táctico. El objetivo no es estudiar la obtención de un nuevo sistema, sino las ventajas y desventajas de agregar orgánicamente estos sistemas o similares a las Unidades de maniobra. El presente trabajo se desarrolla y organiza de la siguiente manera. En primer lugar se detallan los objetivos y alcance del presente trabajo y se desarrolla el estado del arte de los UAVs a nivel nacional e internacional. A continuación se hará un análisis de los riesgos, ventajas e inconvenientes del empleo de estos equipos en las Cías y Bón. Posteriormente se estudia cómo afecta el empleo de los mini UAV al ciclo de inteligencia de la Unidad y a la Protección de la Fuerza. Para finalizar se obtienen algunas conclusiones del estudio llevado a cabo.

Objetivos y alcance del trabajo

El objetivo principal del presente trabajo es identificar la necesidad creciente de dotar a las unidades de maniobra de los medios necesarios para desenvolverse en los nuevos escenarios de conflicto internacionales. Para ello se identifica la situación nacional frente al entorno internacional de países desarrollados con ejércitos modernos, como son los principales países miembros de la OTAN. De esta forma se busca llegar a la conclusión de cuál es aparentemente la mejor solución en cuanto a la organización de las unidades para poder gozar de capacidades similares a los homólogos europeos.

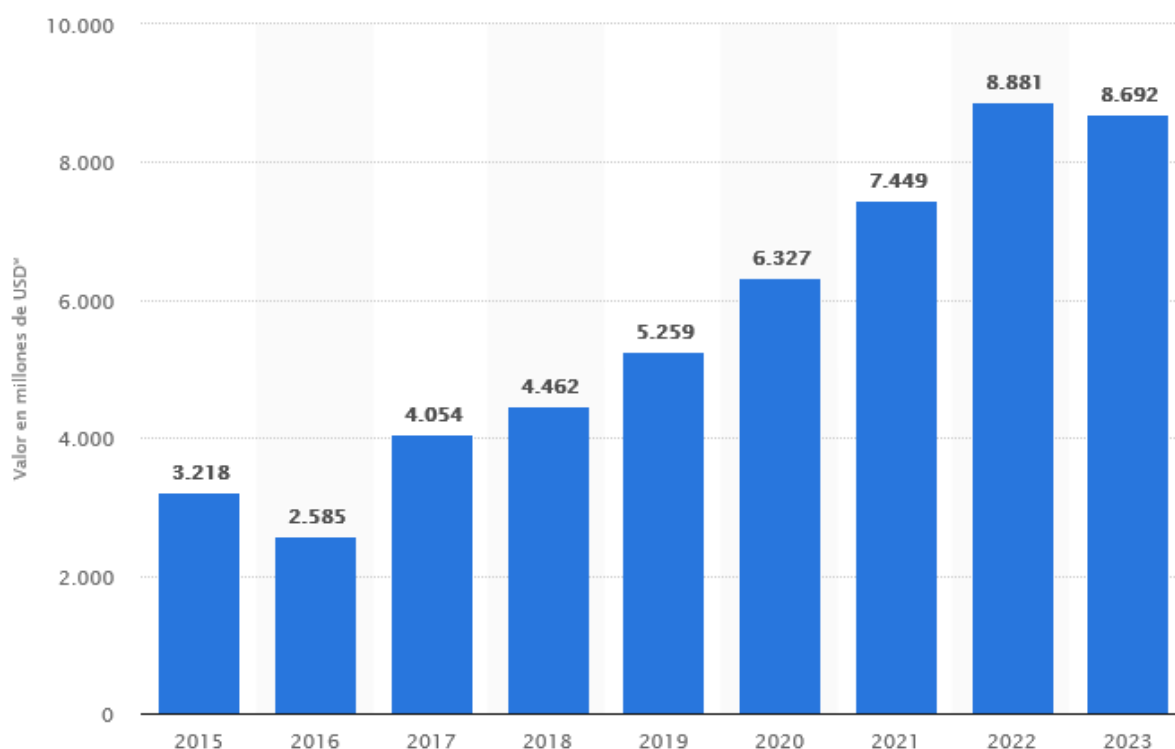
Para conseguir el objetivo principal del trabajo se realiza un estudio sobre las ventajas y desventajas, a nivel táctico, de disponer de este tipo de sistemas. Para ello, se ha encuestado a algunos jefes de unidad de las secciones independientes (SERECO y Sección de Morteros), Cía de Fusiles y Batallón de Infantería Protegido. Posteriormente se considera cómo afecta el encuadramiento de los medios aéreos no tripulados en el ciclo de inteligencia de las unidades de combate. Así como la situación nacional y la tendencia internacional en cuanto a la utilización de vehículos aéreos no tripulados de combate (UCAV del inglés, Unmanned Combat Aerial Vehicles).

En cuanto al alcance del estudio, este incluye la introducción orgánica de un equipo mini UAV por cada unidad tipo Compañía y Batallón de Infantería. El trabajo se limita a unidades de combate tipo Batallón y Compañía de Infantería. De forma inmediata afectaría a las unidades de Infantería Ligera o Protegida, pero en el futuro su influencia se podría extender a otras unidades, de Infantería Mecanizada o Acorazada, o incluso a unidades de Artillería para la adquisición de objetivos.

Estado del arte de los vehículos aéreos no tripulados

Actualmente, los medios aéreos no tripulados participan activamente en las funciones de combate, inteligencia, maniobra y fuegos. La obtención de información en tiempo real que nos proporcionan los UAVs (véase Anexo A para más información) han reducido el ciclo de inteligencia a nivel táctico y los ha convertido en un elemento indispensable en las operaciones militares a día de hoy. Proporcionan capacidades antes impensables, mayoritariamente enfocadas a la Protección de la Fuerza. A pesar de la tendencia internacional de utilizar estos sistemas como sistemas de armas, España no posee dicha capacidad. Ningún sistema utilizado por las fuerzas españolas tiene la capacidad de portar ningún tipo de armamento.

La obtención de información es vital en cualquier operación militar, función cubierta en parte por medios aéreos no tripulados. Los cuales están ganando cada vez más protagonismo en cualquier ejército regular. Esta situación ha derivado en el incremento considerable de las inversiones en I+D en estos campos, sin intenciones de verse reducidas en el futuro. En la Ilustración 1 se puede apreciar el valor de la producción mundial de UAVs en años pasados, así como la tendencia de la misma en los años próximos.



*Ilustración 1 Previsión del valor total de la producción mundial de vehículos aéreos no tripulados militares de 2015 a 2023.
Fuente: (Statista, 2014)*

Situación actual de los UAVs a nivel nacional

El Ejército de Tierra (ET) dispone actualmente de dos sistemas aéreos no tripulados, el RAVEN RQ-11B, de fabricación estadounidense y el PASI (Plataforma Autónoma Sensorizada de Inteligencia) MkII de fabricación israelí.

A pesar que la Doctrina establece el encuadramiento de un equipo RAVEN a nivel Bon o GT, la descentralización de las operaciones ha aconsejado proporcionar equipos RAVEN a nivel Cía. e incluso Sección. Las operaciones de control de zona llevadas a cabo en Afganistán requerían cubrir amplias superficies de terreno por pequeñas unidades, lo que conllevaba que un jefe de Batallón podía no tener enlace radio con sus jefes de Compañía y mucho menos tener alcance con los mini UAVs RAVEN. Como consecuencia, el Batallón no era capaz de satisfacer las necesidades de inteligencia de sus unidades subordinadas con los UAVs centralizados. Por ello, lo recomendable sería que estas unidades casi aisladas, dispusieran de sus propios medios para la obtención de información en su AOR, es decir, que en vez de tener los medios centralizados en el Bón, se descentralizaran a niveles más bajos.

Las principales misiones asignadas a estos equipos son de reconocimiento en beneficio de la propia Compañía, ya sea de itinerarios, bases de patrullas, zonas ocultas, alturas, posibles IEDs (Artefacto Explosivo Improvisado, del inglés Improvised Explosive Device) , además de ser un elemento de apoyo importante a la hora de obtención de objetivos y corrección del tiro para los fuegos indirectos (morteros y artillería) y vigilancia.

El sistema PASI MkII (véase Ilustración 2, derecha) se encuentra en el Regimiento de Inteligencia (RINT) N°1, para la vigilancia pasiva y obtención de información en tiempo real. La necesidad de pista de despegue/aterrizaje y sus dimensiones (5.85m de longitud y 8.55m de envergadura) hacen imposible la integración dentro del despliegue de las unidades de infantería como el sistema RAVEN (véase Ilustración 2, izquierda). Por ello, son operados a unos niveles de mando más altos para la obtención de información.



Ilustración 2 Izquierda: Cabo del ET lanzando el RAVEN. Derecha: Sistema PASI Mk II perteneciente al ET Fuente: (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2014)



*Ilustración 3 micro UAV Black Hornet del ET
Fuente: <http://www.hispaviacion.es/ezapac-incorpora-al-micro-uav-pd-100-black-hornet-unidades/>*

Recientemente se ha empezado en el ET a adquirir el micro UAV Black Hornet, que se muestra en la Ilustración 3. Una pequeña aeronave del tamaño de una mano, capaz de obtener imágenes a tiempo real, la Legión y el Mando de Operaciones Especiales ya disponen de dicho sistema. (Villarejo, 2018). Este micro UAV tiene un alcance máximo aproximado de dos (2) kilómetros y entre veinte (20) y veinticinco (25) minutos de autonomía, con capacidad de transmitir video en tiempo real. Este hecho es otro pequeño paso hacia la

normalización del uso de los sistemas UAV tan extendido en los ejércitos modernos. Aunque lo deseable sería que todas las unidades dispusieran de dicho sistema, todavía no es posible.

Situación actual de los UAVs a nivel internacional

No solo se está potenciando el uso de estos sistemas a nivel nacional, de hecho la industria nacional se ha visto arrastrada por las tendencias a nivel global en este ámbito. En la Ilustración 4 se pueden apreciar los principales exportadores mundiales de drones.

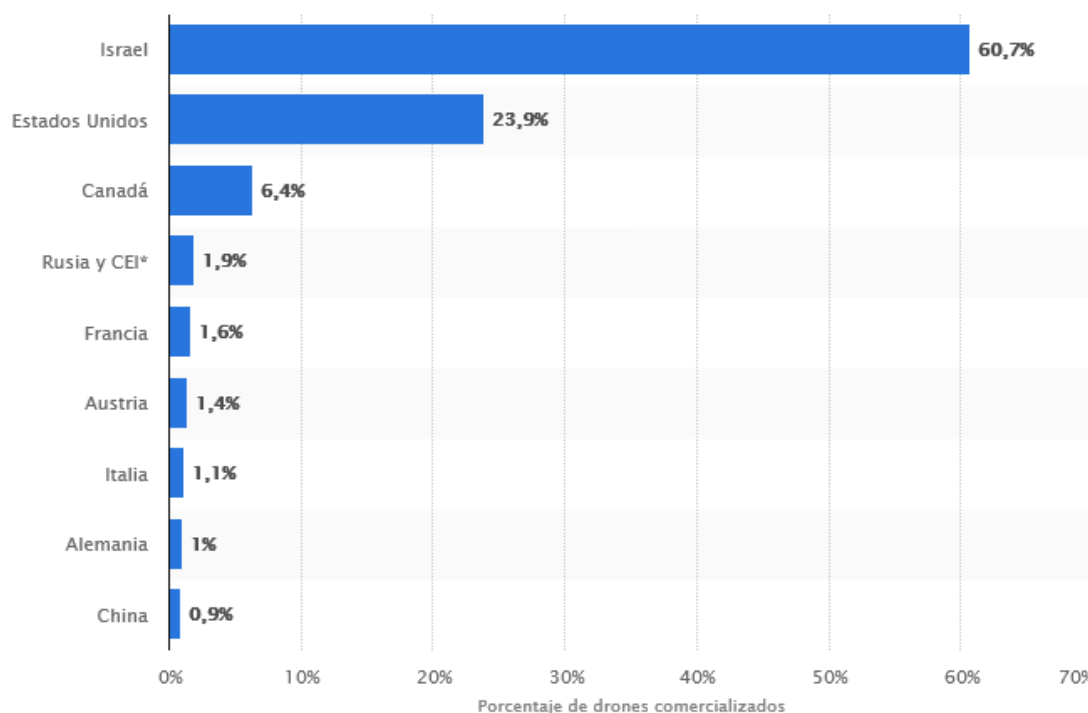


Ilustración 4 Principales países exportadores de vehículos aéreos no tripulados en el mundo entre 1985 y 2014 .Fuente: (Statista, 2018) .

El principal exportador de medios aéreos no tripulados es con gran diferencia Israel, como se puede apreciar en la gráfica. Esto se debe principalmente a la enorme utilidad que el ejército israelí le saca a este tipo de medios en sus problemas fronterizos. Los UAVs se adaptan perfectamente a las necesidades de vigilancia de la frontera y adquisición de objetivos por parte de Israel. Es por ello que el gobierno israelí no dudó en apoyar fuertemente la innovación en este campo, invirtiendo gran cantidad de capital en la empresa pública Israel Aerospace Industries. Además de adaptar los sistemas aéreos a las necesidades que solicita el ejército israelí, adaptando los UAVs a sus requerimientos perfectamente, dicha empresa consigue generar gran cantidad de beneficios económicos, concretamente 3441 millones de dólares en el ejercicio de 2017. (A.P.Moller - Maersk, 2017).

El ejército estadounidense ya en 2006 contemplaba realizar cambios en la organización operativa con la intención de mejorar la operatividad de las Brigadas. Estas líneas de acción tenían como principal objetivo dotar de UAVs a los Batallones de maniobra, Baterías de artillería, Escuadrones de Reconocimiento y unidades especializadas en inteligencia(R. Masson Scott, 2006). Se plantea bajar a nivel Sección y Compañía el encuadramiento de los equipos UAV tipo RAVEN, debido a la enorme ventaja táctica que ofrecen, la cual se analizará más adelante. Aunque no se quedan estancados en el Batallón, pues la doctrina del ejército estadounidense contempla la necesidad de drones a nivel Brigada, División y Cuerpo de Ejército para mejorar la operatividad. Debido a las diferentes necesidades de los escalones de mando, se plantea la adquisición de

diversos tipos de UAVs, mientras que a niveles tipo Batallón el RAVEN cumple sobradamente la misión, a nivel División se requerirán UAVs estratégicos con mayor alcance y tiempo de vuelo, incluso con capacidad para el apoyo de fuegos (Dempsey, 2010).

A nivel Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) existe una clasificación especial. Es destacable la actividad de desarrollo de UAVs a nivel europeo, aunque a la sombra de la industria norteamericana e israelí, ofrecen una competencia a tener en cuenta para ambas (C. Calvo González-Regueral, 2014).

La tendencia internacional, tanto dentro de la OTAN como fuera de ella, se ha generalizado el uso de UAVs con capacidad para el Apoyo de Fuegos. Este tipo de UAVs se diferencian del resto por tener una capacidad de carga generalmente superior, siendo capaces de portar armamento, principalmente misiles aire-superficie de diversos tipos y modelos. Además de estar dotados con medios para la vigilancia y reconocimiento, son capaces de batir objetivos en tierra.

Como se puede apreciar en la Ilustración 5, el estudio llevado a cabo por American Security Project arroja unos resultados bastante favorables en términos económicos hacia la utilización de UAVs. Es necesario tener en cuenta que los equipos de UAVs Predator y Reaper los conforman cuatro aeronaves, lo que incrementa el precio de adquisición notablemente. En cuanto a la tabla conviene que sean aclarados algunos términos. La traducción de APUC sería costo promedio de la adquisición de una unidad. Como se observa en la Ilustración 5, la diferencia de coste de mantenimiento anual y de la hora de vuelo en favor del UAV Reaper en contra del f-22 y el f-35, es significativa. Es importante, para que el estudio sea interpretado correctamente, saber que la potencia de combate del Reaper es similar a la del f-35 y f-22, ya que tiene la capacidad de portar hasta catorce misiles aire-superficie Hellfire de cuarenta y ocho (48) kilogramos, que es la principal desventaja que tienen otros UAVs como el modelo Predator con los aviones de combate convencionales, ya que solo puede portar dos (2) misiles aire-superficie. Los tres modelos alcanzan grandes velocidades de vuelo y altitudes, aunque siempre en ventaja de los aviones de caza, que son lo suficientemente significativas para que se haga una comparación sensiblemente objetiva de las capacidades (Boyle, 2012).

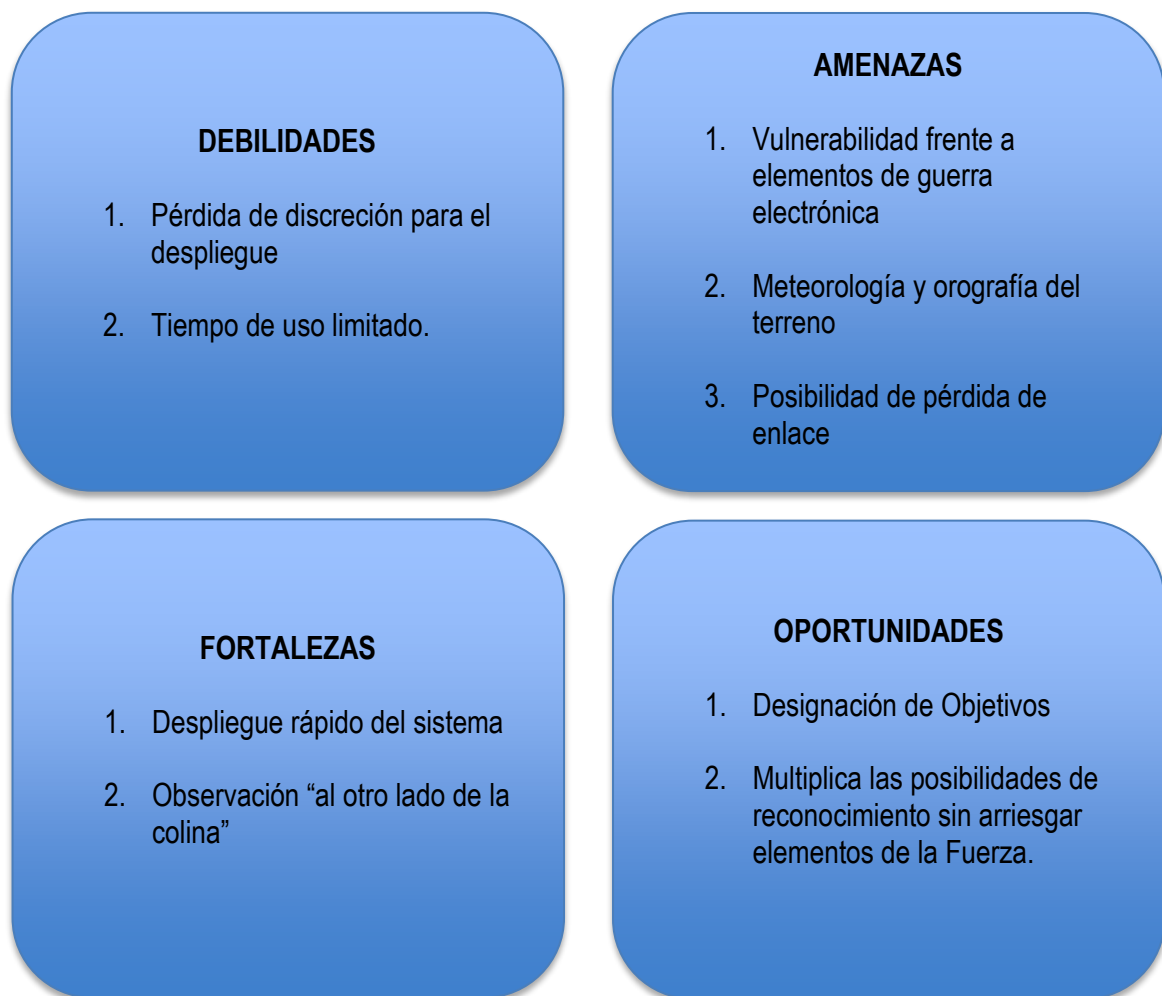
	"Unit" according to Selected Acquisition Report (SAR) ^a	APUC /"Unit" (\$mm) ^b	APUC /Aircraft (\$mm) ^c	Operations & Support Avg Annual Cost/Aircraft (\$K) ^d	Operations & Support Avg Annual Cost/Flying Hour/Aircraft (\$K) ^e	Base Year ^f
Unmanned Aerial Systems						
MQ-1 Predator	<i>1 Combat Air Patrol (4 aircraft, sensors)</i>	20.0 ²²	5.0	1,210.00 ^g	1.32 ^h	2010
MQ-1C Gray Eagle ²³	<i>1 Platoon (4 aircraft, equipment/payload)</i>	106.49	26.62	7,960.00 ⁱ	- - -	2010
MQ-9 Reaper ²⁴	<i>4 aircraft, equipment, personnel</i>	25.93	6.48	2,988.00 ^j	3.25 ^k	2008
RQ-4 Global Hawk ²⁵	<i>1 aircraft, equipment/payload</i>	103.04	103.04	--- ^l	31.12	2000
Conventional Aircraft						
F-15C	<i>1 aircraft</i>	27.9 ²⁶	27.9	7,861.11 ^m	25.69 ⁿ	1998
F-16C/D	<i>1 aircraft</i>	14.6 ²⁷	14.6	4,039.80 ^o	13.47 ^p	1998
F-22 ²⁸	<i>1 aircraft</i>	185.73	185.73	11,255.56 ^q	36.78 ^r	2005
F-35 ²⁹	<i>1 aircraft</i>	90.77	90.77	4,927.50 ^s	16.43 ^t	2002
A-10 Thunderbolt II ³⁰	<i>1 aircraft</i>	11.80	11.80	N/A	N/A	1994
AC-130H ³¹	<i>1 aircraft</i>	110.00	110.00	N/A	N/A	2010
AH-64 Apache (Block III - 2014) ³²	<i>1 aircraft</i>	32.86	32.86	2,437.60	11.98 ^u	2010

Ilustración 5 Comparación de costos de operación y adquisición de varias aeronaves tripuladas y no tripuladas. Fuente:(Boyle, 2012).

Ventajas e inconvenientes de la utilización de medios aéreos no tripulados en Unidades tipo Batallón y Compañía

El encuadramiento de equipos UAV en unidades tipo Batallón de equipos UAV no parece una idea descabellada, pues la principal misión que han recibido hasta ahora en el ET los UAVs han sido de reconocimiento y obtención de información. Hasta ahora el procedimiento habitual era la agregación de este equipo a las unidades que iban a desplegar, sin apenas haberse instruido juntas las dos partes, previamente. El encuadramiento orgánico de estos equipos en las unidades de combate favorecería el rendimiento del conjunto, pues el mando y el equipo UAV gozarían de una mayor cohesión y permitirían al equipo UAV conocer los procedimientos propios de la unidad con la que despliegan. Para más información sobre la normativa de uso y características del mini UAV RAVEN, en el que se basa el estudio, véase Anexo B.

A continuación se muestra un análisis DAFO de las principales ventajas e inconvenientes de la utilización de medios aéreos no tripulados en Unidades tipo Batallón y Compañía, principalmente enfocado a la función de reconocimiento, ya que a nivel táctico el Apoyo de Fuegos con un mini UAV es inviable con los medios de los que dispone el ET.



Tras el análisis del DAFO se observa que del empleo de medios aéreos no tripulados no son todo ventajas, sino que se debe instruir al personal para operarlo de forma segura y que no suponga un problema en lugar de una herramienta útil. Las fortalezas del sistema son capaces de

incrementar la operatividad de la unidad, debido a su flexibilidad para adaptarse a casi todo tipo de operaciones el jefe de la unidad. Las oportunidades que ofrece el sistema son aplicaciones a nivel táctico de las capacidades del sistema, que se explotarán en la medida que el Jefe de Unidad determine.

Deteniéndose en las amenazas se aprecia que son situaciones que dependen de elementos externos, que pueden minar o incluso anular la operatividad del sistema. Las debilidades de los mini UAV no son más que limitaciones impuestas por las prestaciones del mismo. Para enfrentarse a las debilidades y reducir el impacto sobre la operatividad es necesario conocer a fondo el sistema por parte de los operadores.

A continuación, se van a enumerar las ventajas que se obtienen a nivel táctico debido a la utilización de mini UAVs :

- **Reconocimiento de obstáculos.** En combate convencional es muy habitual que existan elementos capaces de ralentizar o incluso detener el movimiento de las unidades propias, lo que se conoce como contramovilidad. El lanzamiento de los medios aéreos no tripulados facilitaría al jefe adaptar la maniobra a la disposición de dichos obstáculos, ya sea en zonas urbanizadas, para reconocer barreamientos o calles cortadas, para realizar un reconocimiento de combate instantes antes a un asalto sobre una posición enemiga, para levantar el despliegue o la disposición de las armas enemigas. De esta manera se evitaría cualquier encajonamiento o bloqueo de la unidad en un obstáculo, ya que además de romper el ritmo del combate haría de la unidad un blanco fácil para el enemigo. Para la explotación de esta ventaja, lo óptimo sería tener un UAV por cada Cía, debido a que es habitual la actuación de dicha entidad de forma algo aislada, o con necesidades de inteligencia muy diferentes, difíciles de satisfacer con una organización operativa demasiado centralizada.
- **Reconocimiento de itinerarios.** Con esta funcionalidad que nos ofrecen los medios aéreos no tripulados el mando es capaz de ir comprobando la transitabilidad del camino, siendo capaz de identificar zonas encajonadas, ríos crecidos o actividades sospechosas a kilómetros de la vanguardia de su unidad. De esta manera se es capaz de seguir un itinerario alternativo o adoptar una actitud diferente según se mande antes de detener a todo un Bón. Siendo vulnerable a acciones enemigas, ya no solo de ataque, si no de inteligencia, quitándole la iniciativa a la unidad que se desplaza al descubrir su movimiento.
- **Reconocimiento de zonas.** Para la obtención de información de determinadas zonas de interés, ya sea por ser el AOR de la unidad o por ser zonas cercanas a algún acuartelamiento, etc.
- **Reconocimiento de un IED.** Ante la sospecha de la existencia de un IED en un itinerario transitado por unidades propias, se puede desplegar un sistema aéreo no tripulado en busca de indicios como puede ser tierra removida, personal oculto que mantiene observación sobre las unidades propias o cualquier otro tipo de indicio.
- **Reconocimiento de punto sensible.** En el planeamiento de una operación se realiza un estudio del terreno previo al despliegue de las unidades. Si se

observara algún punto de paso obligado o especialmente sensible por sus características, el despliegue de los mini UAV es una herramienta que facilitaría al jefe de dicha unidad conocer cómo se encuentra la zona que rodea el punto antes del paso de las unidades. Incluso en puntos que no se consideran sensibles en el planeamiento, pero sobre el terreno se observa la especial criticidad de los mismos.

- **Reconocimiento y protección de Bases de Patrullas (BP).** El reconocimiento de una BP es especialmente crítico, pues es el lugar que posteriormente ocupará una unidad para pasar un tiempo determinado, ya sea una noche o algunos días. Si las unidades propias son descubiertas durante el reconocimiento de estas zonas, el enemigo puede elaborar trampas explosivas o IEDs para posicionarlos en dicha zona y activarlos una vez entre la Unidad o incluso dotarlos de platos de presión, los cuales activaría nuestra propia Unidad al pisarlos, o simplemente conocer nuestra posición para realizar algún tipo de hostigamiento por fuego directo o indirecto.
- **Reconocimiento de zonas urbanizadas.** Anteriormente se ha hablado del reconocimiento de obstáculos dentro de zonas urbanizadas, pero no es la única aplicación de los mini UAVs en este ámbito. Añadido al reconocimiento de obstáculo se puede utilizar para observar el movimiento del personal dentro de la población, identificación de actividades sospechosas o para la localización de tiradores en las azoteas y pisos superiores de las edificaciones.
- **Designación de objetivos.** Los sistemas de posicionamiento GPS que portan los UAVs actuales, son capaces de retransmitir en directo las coordenadas del objetivo al que están enfocando con los sensores. Esta capacidad posibilita la localización con gran precisión del objetivo. Dichas coordenadas se pueden transmitir a unidades de apoyo de fuegos que se encuentren sobre el terreno, pudiendo batir el punto con la única limitación en tiempo de lo que tarde la unidad en apuntar las piezas correctamente. No obstante, esta fase sería la final para la designación de los objetivos. La principal ventaja es la facilidad que tendrían las unidades de combate para designar los objetivos, ya que solo necesitan desplegar el sistema y enfocar la zona que se quiere batir, en caso de visibilidad reducida se puede apuntar con un láser Infrarrojo (IR, del inglés Infrared Radiation) al objetivo, pues la cámara del UAV lo puede detectar.
- **Evaluación del fuego indirecto.** Los medios aéreos no tripulados ofrecen la capacidad de observación sobre los objetivos designados a dicha sección, siendo capaz el mando de evaluar los daños, así como los efectos que se generan sobre el enemigo. Si se sube a nivel Brigada se podría hacer esto mismo con las unidades de Artillería de Campaña. El mini UAV es capaz de mantener la observación sobre los objetivos de forma segura, sin necesidad de destacar Observadores Avanzados a vanguardia para observarlos directamente, con la peligrosidad que eso conlleva
- **Identificación amigo-enemigo.** La preocupación del mando para llevar a cabo una correcta identificación amigo-enemigo es constante en todos los escalones de mando. Con los medios aéreos no tripulados, portadores de sensores IR, son capaces de identificar a las tropas propias, si portan reflectores IR, tanto para el

personal como para los vehículos, invisibles al ojo humano, a no ser que se empleen medios de visión nocturna.

- **Control de masas.** Los mini UAVs ofrecen al mando la posibilidad de apreciar en directo una visión de conjunto en actividades de control de masas, a un coste mucho menor que el de un helicóptero, además de poder moverlo según la necesidad de unidades de poca entidad. Además de las labores de obtención de información propiamente dichas, se pueden utilizar para portar artificios, como humo o gas lacrimógeno, siendo capaz de depositarlo más en profundidad de la masa y con mayor precisión que un tirador dentro de la unidad en contacto, que al fin y al cabo se encuentra con altos niveles de estrés.
- **Evaluación del despliegue propio.** Anteriormente se han expuesto capacidades que otorgan los mini UAV enfocados a operaciones reales, con objetivos puramente tácticos. Además de todo lo mostrado, en tiempo de paz se puede hacer una grabación de los ejercicios que realice la Unidad, para poder examinarlo posteriormente y buscar mejoras en los procedimientos utilizados. Al fin y al cabo se puede utilizar para evaluar a la Unidad.

Además de todas las ventajas que nos ofrecen los mini UAVs, también tienen ciertas limitaciones o desventajas, y más cuando se estudian UAVs tan ligeros y que vuelan a alturas en las cuales están a merced de la meteorología. A nivel táctico, para unidades tipo Cía y Bon, las principales limitaciones a tener en cuenta serían las siguientes:

- **Autonomía limitada.** A pesar de la generalizada utilización de vehículos en operaciones, los equipos RAVEN portan el mismo material que los vehículos de línea, además del sistema RAVEN. Esta condición puede generar problemas de espacio en algunos blindados como pasa con el Lince. El principal problema surge cuando se va a realizar una operación de duración prolongada, de varios días o un par de semanas. La tripulación debe modular el equipo correctamente, para adaptarlo a las necesidades de la misión, aun así no siempre se adapta por completo. La duración de las baterías, entre sesenta (60) y noventa (90) minutos, el desgaste de los operadores y la capacidad de transporte de baterías, son factores limitantes a tener en cuenta en cuanto al rendimiento del sistema.
- **Supeditación a la meteorología.** Los mini UAVs tienen como peso máximo treinta (30) kilogramos, y vuelan a unos metros de altura, en concreto el sistema RAVEN tiene como altitud operativa máxima trescientos (300) metros, por tanto están a merced de la meteorología por completo. El viento puede llegar a impedir el lanzamiento del sistema, por riesgo de pérdida o rotura. Las precipitaciones no impiden operar el sistema, pero reducen sensiblemente la calidad de la imagen y se necesita proteger correctamente algunos elementos. La niebla ligera reduce la visibilidad, aunque la cámara IR sí que se puede operar, no obstante con niebla espesa podría quedar inoperativa, además de dificultar enormemente el aterrizaje y recuperación de la aeronave. Todos estos factores se deben tener muy en cuenta, pues la pérdida o rotura del sistema supone una reducción considerable de la operatividad, y sobre todo, de la seguridad propia. (Ejército de Tierra, 2010)
- **Especialización de los operadores.** La recomendación de Doctrina, para el sistema RAVEN, es un curso en el que se acumulen mínimo 100 horas de vuelo

para salir a Zona de Operaciones (ZO), sin contar el de formación básica para el manejo en territorio nacional. Estos condicionantes son necesarios para lograr una óptima operatividad del sistema. La excesiva especialización en el sistema convierte al personal del equipo UAV en activos de alto valor para el mando. En el caso de aparición de alguna incidencia, ya sea en combate o en el día a día, que dejase al personal incapacitado para operar el sistema se pierde una capacidad importante para la Unidad. Esta característica nos aleja de la perseguida polivalencia de la unidad, debido a que se depende del personal especializado. Todo esto se traduce en una preocupación más para el mando de la unidad de maniobra.

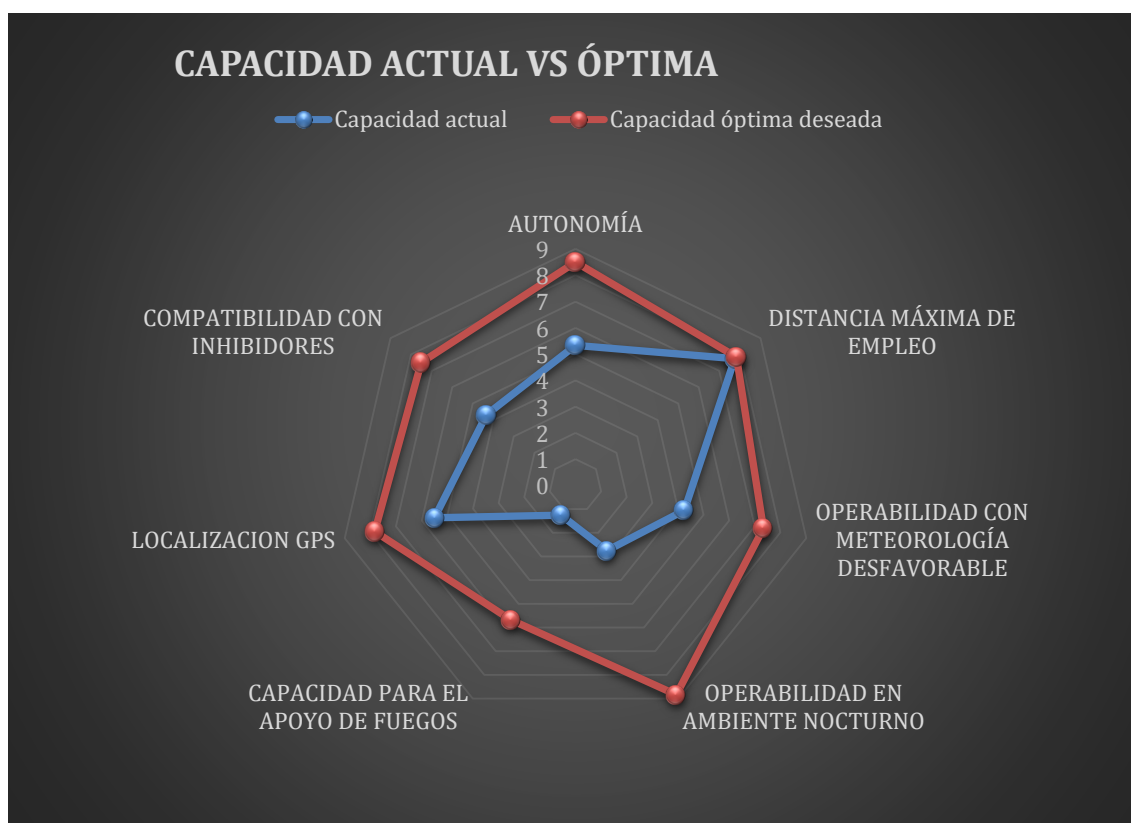
- **Mantenimiento del material.** Se requiere una especialización del escalón de mantenimiento, además son sistemas relativamente delicados, principalmente sensibles al aterrizaje. Es necesario disponer de gran cantidad de recambios, lo que se traduce en dinero, un bien crítico en el ET a día de hoy.
- **Pérdida de discreción.** El despliegue de estas unidades requiere romper la disciplina de luces y ruidos, principalmente durante el despegue y aterrizaje, debido a las luces de los sistemas de control y el ruido del motor de la aeronave. Por ello el mando debe valorar si la misión del UAV prevalece al mantenimiento de dicha disciplina, especialmente en ambiente nocturno. Es conveniente destacar que normalmente estos sistemas se lanzan desde posiciones estáticas, como puede ser una BP conformada con vehículos, por tanto en el momento inicial no supondría una pérdida de discreción excesiva, pues un convoy de vehículos blindados no es excesivamente discreto por los ruidos de los motores.
- **Imposibilidad de su uso en movimiento.** Las experiencias del RAVEN en operaciones, han derivado en concluir que se debe evitar usar el sistema cuando el convoy está en movimiento, principalmente por las interferencias que se sufren con los inhibidores de frecuencias portados por los vehículos y que por normativa no se pueden desactivar.
- **Identificación amigo-enemigo.** Al igual que podemos identificar al enemigo con IR, si este posee un sistema similar, también podrá identificar a las fuerzas propias. (Ejercito de Tierra, 2010)

Tras el análisis de las ventajas que ofrecen los medios aéreos no tripulados en zonas de conflicto, se puede concluir que la principal ventaja se encuentra en la posibilidad de realizar acciones, que convencionalmente suponían un riesgo para las unidades, sin exponer vidas humanas a la amenaza. Las acciones de reconocimiento tradicionalmente suponían la necesidad de observar de forma directa el objetivo, poniendo en peligro al personal.

En cuanto a las desventajas expuestas, se observa que la más crítica es la supeditación a la meteorología. Una de las características que diferencian a las operaciones militares es la necesidad de llevarse a cabo bajo cualquier circunstancia. La meteorología siempre ha sido un limitante de dichas operaciones, y en este campo no iba a ser menos. La operatividad del sistema se ve coartada por las condiciones meteorológicas, hasta el punto de poder encontrarse completamente inoperativo. La autonomía limitada se podría considerar una desventaja importante, la cual se suple normalmente portando dos (2) o tres (3) aeronaves, por tanto, mientras una vuela las demás están cargando la batería.

Para complementar el anterior análisis de ventajas y desventajas se cuenta con la opinión de varios expertos sobre los UAV. Más concretamente, se ha puesto a disposición de los miembros de la Unidad un cuestionario sobre la utilización de UAV, cuyas respuestas pueden consultarse en el Anexo C. Este formulario ha sido proporcionado a los jefes de unidades de maniobra tipo Batallón, Compañía y a los jefes de las secciones independientes, y de sus respuestas se han podido extraer algunas conclusiones. Es de recibo puntualizar que las encuestas se han realizado utilizando la herramienta de Formularios Google, lo que ha permitido que las encuestas no necesiten realizarse de forma presencial sino que pueden realizarse a través del correo electrónico, lo que facilita su cumplimentación y además se obtiene (como norma general) una mayor tasa de respuesta.

Para la obtención de los resultados de las capacidades actuales, se realizó un pequeño estudio del dron civil que poseía la Cía durante la realización de las Prácticas Externas, lo que permite establecer una comparación con la información obtenida a través de los formularios. En los formularios, aquellos que los han contestado, han expresado las capacidades óptimas y deseadas que debe poseer un UAV. Los datos se han basado en las respuestas proporcionadas por los jefes de Unidad.



En primer lugar cabe destacar que los drones disponibles actualmente en los Batallones de Infantería no son dotados por el ET. Tal y como refleja la encuesta realizada, la mayoría son adquiridos por las propias unidades. Como consecuencia, normalmente los drones son de origen civil, que se usan para aplicaciones militares. Esta circunstancia repercute negativamente en las capacidades de los sistemas, pues no se han diseñado para las funciones que desempeñan, en contraposición de los mini UAV diseñados para fines militares. Por otra parte, los drones civiles con menores capacidades, son sensiblemente más económicos que los militares.

La capacidad con la que los encuestados se han encontrado más satisfechos ha sido la **distancia máxima de empleo del sistema**. Los drones civiles actuales pueden llegar a alcanzar hasta dos (2) kilómetros de distancia. Como siempre, operar el sistema al límite de sus capacidades puede generar problemas de enlace. Por ello, los sistemas militares suelen ampliar dicha distancia, aunque no se suele utilizar en rangos tan altos, como por ejemplo, el sistema RAVEN que tiene una distancia máxima de empleo de diez (10) kilómetros.

En cuanto a **autonomía**, los encuestados han detectado la necesidad de aumentarla ligeramente, los drones civiles de ala rotatoria tienen una autonomía aproximada de veinte (20) a cuarenta (40) minutos. Siendo la autonomía del RAVEN noventa (90) minutos. No ha sido la principal preocupación de los encuestados, pues los UAVs a nivel táctico se lanzan con una intención concreta que con la autonomía disponible se puede satisfacer sin excesivos problemas, aunque un aumento de la autonomía facilitaría el planeamiento y la capacidad del UAV.

Una de las principales desventajas se encuentra en la **operatividad del sistema ante condiciones meteorológicas adversas**. Los mini UAV se caracterizan por su ligereza, por ejemplo el sistema RAVEN tiene un peso de dos (2) kilogramos, característica que hace a la aeronave estar a merced de la meteorología, especialmente del viento. Debido a la amplitud de las alas que monta el sistema RAVEN en comparación con su peso, es vulnerable a las rachas de viento, pudiendo hacer que se pierda el control de la aeronave o que se estrelle en una zona no deseada. Esta característica de vulnerabilidad al viento no es exclusiva de los drones militares, ya que los drones de uso civil también se ven condicionados por el viento. La capacidad que marca la diferencia entre los drones de uso militar frente a los de uso civil es la posibilidad de operar el sistema con lluvia o alta humedad, referido tanto a la aeronave como a la estación de control en tierra. En los sistemas de uso civil la estación de control en tierra suele ser un teléfono móvil o una Tablet, vulnerables, por norma general, a las inclemencias del tiempo. A diferencia de lo anterior, los sistemas de uso militar están rugerizados, es decir, que son resistentes al agua, polvo y golpes.

La característica más demandada por los encuestados ha sido la necesidad de que el sistema se pueda **operar en ambiente nocturno**. Para adaptar el sistema a las necesidades del ET es necesario que porte algún tipo de medio de visión, ya se térmica o IR, o ambas, para poder darle continuidad a las operaciones. Dicha capacidad suele verse truncada en los drones de origen civil, pues el coste de los medios de visión nocturna o térmica son excesivamente caros, aunque necesarios si la intención es aplicarlo militarmente.

Los drones civiles no tienen la capacidad para portar armamento. Por tanto, su **capacidad para el Apoyo de Fuegos** es, obviamente, nula. A pesar de centrar la encuesta en mini UAV como el RAVEN o Black Hornet, los cuales no pueden portar armamento, los encuestados han señalado la necesidad de poder realizar acciones de Apoyo de Fuegos con los mismos. Al nivel de los mini UAV, no se encuentran estas capacidades, simplemente por la poca capacidad de carga de

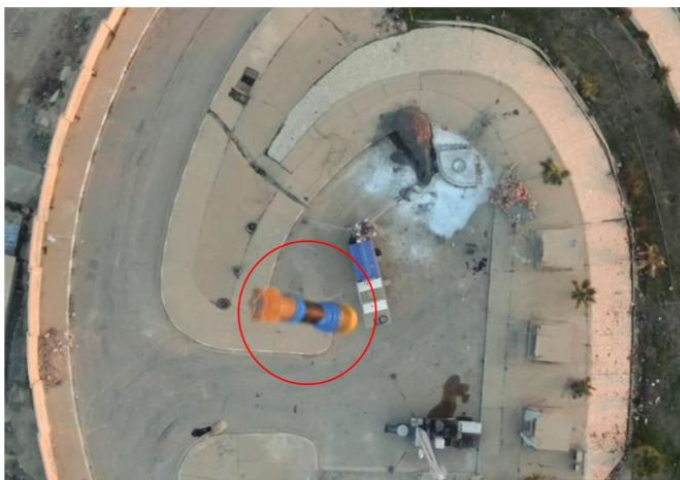


Ilustración 6 Munición de 40mm modificada lanzada por un drone de origen civil. Fuente: <https://twitter.com/worldonalert/status/829062154020147200>

que disponen. Aunque sí que han surgido ideas de drones con capacidad de lanzar artificios, tipo botes de ocultación, gas lacrimógeno, e incluso descargas eléctricas a través de pistolas táser, con aplicaciones más policiales que militares(R. Adeva, 2015). Por otra parte ya se han desarrollado elemento caseros con capacidad de arrojar granadas de fragmentación, granadas de cuarenta (40) milímetros, como se aprecia en la ilustración 6, o de mortero, normalmente modificadas con aletas para estabilizar la granada durante la caída, asimilándose a las granadas de mortero convencionales, pero nada oficial, simplemente arreglos de circunstancia de dudosa efectividad. (J. A. Marín Delgado, 2018).

El análisis de las respuestas respecto a la **capacidad de localización GPS** desprende que es una capacidad altamente valorada por los encuestados. Aunque no se reclama una mejora especialmente significativa, pues actualmente cualquier dispositivo electrónico de telefonía móvil, tabletas o drones disponen de sistemas de posicionamiento de precisión aceptable. Por lo que la diferencia entre la capacidad actual y la óptima según los encuestados no es especialmente amplia. Pero sí que se hace hincapié en las respuestas, que es necesaria la localización GPS tanto de la aeronave como del elemento que se observa, para poder hacer una buena localización de objetivos para los elementos de apoyo de fuegos o simplemente para conocer la posición actual de las tropas enemigas. El conocimiento de la posición de la aeronave es especialmente útil para encontrarla fácilmente en caso de pérdida del control o precipitación inesperada del vehículo al suelo.

La última capacidad sobre la que se encuestó fue la **capacidad de operar el sistema UAV desde dentro de vehículos militares** que contasen con inhibidores de frecuencia. Tras el despliegue de equipos RAVEN en Afganistán por parte del ET, una de las lecciones aprendidas es la alta posibilidad de pérdida de enlace entre la estación de control en tierra (GCS, del inglés, Ground Control Station) y la aeronave si se opera desde dentro de un vehículo con inhibidores. (Ejército de Tierra, 2010). Esta limitación se debe a que la comunicación GCS-aeronave se materializa a través de señales de radio digitales, normalmente inutilizadas por los inhibidores vehiculares, como consecuencia de la utilización de estas señales para la activación a distancia de IEDs, por parte de elementos hostiles a la coalición. La normativa al desplegar en Zona de Operaciones obliga a llevar los inhibidores de los vehículos activados siempre. Por ello, el RAVEN solamente se podía desplegar cuando la Unidad estaba parada, lo que limitaba su uso enormemente.

Análisis de riesgos del empleo de mini UAVs a nivel táctico

Basándose en las desventajas del sistema, se ha realizado un análisis de riesgos que pueden surgir durante la utilización del sistema, debido a que pueden afectar en mayor o menor medida al despliegue e incluso a la misión de la Unidad que opera el sistema. Esto se debe a que la pérdida de una aeronave supone la necesidad de buscar y encontrar la misma, debido al material sensible que porta. Además de la necesidad de doblar las medidas de obtención de información por si hubiera alguna posible incidencia con el UAV. Para el análisis de riesgos se ha desarrollado el Anexo D, en el cuál se presentan los riesgos que surgen de operar un sistema mini UAV en zona de operaciones, donde se trata la gravedad del riesgo y la probabilidad de que ocurra. Para este estudio se ha tomado una situación táctica similar a la vivida por las unidades del ET en operaciones internacionales, como Afganistán.

Tras analizar los riesgos, se aprecian tres (3) de ellos que presentan una probabilidad de ocurrencia media y un alto impacto en la operatividad del sistema, siendo los más peligrosos.

En primer lugar, la pérdida de enlace entre el GCS y la aeronave. Este riesgo puede aparecer como consecuencia de un empleo del sistema a una distancia excesiva, por operar el mini UAV en condiciones meteorológicas que desaconsejen su uso o por la orografía del terreno. Dichas situaciones pueden provocar la pérdida de la aeronave, con lo que ello conlleva para la unidad, explicado anteriormente. Para evitar estas situaciones, previamente a ser desplegado el sistema, se debe hacer un adecuado estudio de la meteorología y del terreno, siendo responsabilidad del Jefe de Equipo asesorar al Jefe de la Unidad de Maniobra sobre su uso.

En segundo lugar, se presenta la posibilidad de que el vehículo que transporta el sistema sea destruido, inutilizando todo el material en el interior del mismo. Esta situación llevaría directamente a la Unidad a ver reducidas sus capacidades de reconocimiento enormemente y a la necesidad de buscar alternativas en caso de haberse planeado alguna misión tipo para el equipo UAV. Este riesgo es importante que se tenga en cuenta, pues es difícil de predecir y aún más de solucionar. Las medidas que se deberán tomar, aparte de seguir las normas operativas de la unidad y órdenes vigentes en la zona, será intentar que el vehículo que porta el sistema UAV no destaque con respecto al resto del convoy, ya sea por tener más antenas, ser un modelo de vehículo diferente, no portar armamento, etc.

El tercer riesgo que se ha considerado más peligroso es recibir fuego directo o indirecto sobre el GCS mientras la aeronave se encuentra en el aire. Esto se debe a que el equipo UAV va integrado en el despliegue de la unidad de maniobra generalmente, lo que supone que si la unidad tiene algún contacto, el equipo va a estar involucrado en él. Por ello, es necesario que el equipo busque un buen abrigo, desde el cuál poder operar el sistema de forma eficiente, para no ver reducida la operatividad del mismo. Para este caso sería positivo poder operar el sistema desde dentro del vehículo blindado para aprovechar la protección que ofrece, acción no recomendable a día de hoy por las interferencias con los inhibidores, como se ha expuesto en apartados anteriores.

Como afecta el uso de los medios aéreos no tripulados a la Protección de la Fuerza

Para empezar con el estudio sobre la Protección de la Fuerza, es necesario proporcionar una definición del concepto. La Protección de la Fuerza es una función conjunta que engloba las actividades encaminadas a minimizar la vulnerabilidad del personal, material, instalaciones, información, operaciones y actividades de la Fuerza y de los elementos no militares que acompañan, apoyan o están bajo la responsabilidad de la Fuerza, frente a acciones adversarias, propias, y frente a los riesgos sanitarios, naturales, tecnológicos y accidentes. La finalidad de estas actividades es conservar la operatividad y la libertad de operación de las unidades propias. (Ministerio de Defensa, 2018).

Dentro de las numerosas actividades que engloban el concepto de Protección de la Fuerza, se va a hacer hincapié en las que pueden participar los medios RPAS. Las acciones en las que por norma participan los UAVs, son por norma general, de vigilancia o reconocimiento. Las labores de vigilancia se pueden asignar a los equipos UAV no solo para las unidades de maniobra que despliegan, como se ha estudiado anteriormente en el trabajo, si no que puede formar parte de un plan de defensa de una base militar, tanto en territorio nacional como en operaciones en el exterior. Debido a las capacidades de observación que disponen actualmente los sistemas, son capaces de realizar una vigilancia incluso mejor que la clásica patrulla de seguridad, especialmente en ambiente nocturno. De esta manera es posible reducir la cantidad de personal dedicado exclusivamente a la seguridad y dando al mando capacidad de decisión antes de empeñar una unidad en reconocer o enfrentarse a una amenaza desconocida.

Por otro lado, los UAVs pueden llegar a formar parte de un plan de fuegos, si tienen capacidad de combate, o utilizarse como medio de adquisición de objetivos dedicado a la seguridad de un acuartelamiento en zona de operaciones, de una BP o de una instalación.

En resumen, los medios UAV son capaces de observar y reconocer amenazas con la seguridad de no arriesgar elementos de la Fuerza. De esta manera participan activamente en la Protección de la Fuerza.

Cómo afecta el uso de medios aéreos no tripulados al ciclo de inteligencia

Para hacer referencia a cualquier tipo de estudio sobre la inteligencia es inevitable pararse a hablar del ciclo de la inteligencia, esto es, la secuencia mediante la cual se desarrolla la inteligencia a partir de la obtención inicial de información. Dicho ciclo consta de cuatro fases teóricas: Dirección, Obtención, Desarrollo, y Difusión.

1. **Dirección.** Esta fase se suele tratar como la inicial, a pesar del ciclo ser cerrado y no marcar un punto inicial, el ciclo ideal se iniciaría en este paso, aunque algunas veces pueda no ser el primer paso. En esta fase se necesitan identificar las necesidades de inteligencia que presentan los consumidores de la misma, para poder dirigir los esfuerzos y los medios de obtención. Si se orienta esta fase al nivel Bon, el consumidor sería quien toma la decisión, siendo éste el Jefe del Bon, el cual marca los objetivos y directrices para la obtención según las necesidades de inteligencia de la propia unidad, lo mismo pasaría si bajamos a nivel Cía. En esta fase el principal problema que puede surgir es no recibir unas directrices claras por parte del mando, por ello, la utilización de equipos UAV a nivel táctico, reduciría dicha incertidumbre en la fase de dirección. El propio consumidor de la inteligencia es el dirige los medios, por tanto conoce sus propias necesidades de inteligencia mejor que si se señalan las directrices a otra unidad a un alto nivel en lugar de al equipo UAV orgánico.
2. **Obtención.** El personal dedicado a la obtención de información sería el equipo encargado del UAV a nivel Bon o Cía, que en esta fase utilizarían los medios disponibles para obtener toda la información posible bajo las directrices del mando. Esta fase finaliza cuando dicha información se transmite a los analistas de la información. Durante esta fase de obtención, al estar el equipo UAV encuadrado en la unidad consumidora, es fácil llevar a cabo la conducción de la operación de obtención de información por parte del jefe de la unidad. Debido a la situación cambiante del teatro de operaciones la unidad debe ser flexible, aspecto que es más difícil de conseguir si los medios UAV están excesivamente centralizados en altos niveles de mando.
3. **Elaboración.** Tras la recepción de la información emitida por parte del equipo UAV, el cual transmite información completamente objetiva, es el personal de la Sección de Inteligencia quien se encargaría de interpretar, evaluar y analizar dicha información, en el caso del Bon. Si bajamos a nivel Cía, la interpretación de dicha información la hace el mismo jefe, un Capitán. El conocimiento se obtiene al finalizar esta fase.
4. **Difusión.** Tras la elaboración de la inteligencia se envía a los consumidores de la misma, completando la fase de difusión. Si la situación lo requiere se puede suprimir la fase de elaboración para que el consumidor, que toma la decisión. Este puenteo del ciclo se puede dar en situaciones críticas, en las que se necesite priorizar la velocidad a la calidad de la información. A nivel táctico la fase de difusión de la inteligencia queda reducida a la transmisión de un mensaje radio al jefe de la unidad por parte del equipo UAV, si se encuentran algo separados, o incluso la observación directa por parte del jefe de la unidad de las imágenes obtenidas por el equipo UAV, si la situación lo permite (J. Jordán, 2016).

Como podemos apreciar en la Ilustración 7, su naturaleza cíclica hace que las cuatro fases sean continuas, sin un principio o un fin definido. Este ciclo es una simplificación para entender fácilmente el proceso de creación de inteligencia.

Históricamente, las guerras las han ganado los actores que conseguían un ciclo de decisión más rápido que el del adversario. Para que exista un ciclo de decisión operativo, es necesario conocer la situación del enemigo en tiempo real, lo que nos conduce a la necesidad de un ciclo de inteligencia preciso y ágil. Un ciclo de decisión demasiado largo, obligará a la fuerza a tomar medidas reactivas frente a las acciones del enemigo, y no proactivas. Como consecuencia se pierde por completo la iniciativa en el combate, elemento necesario para alcanzar el cumplimiento de la misión. Con el empleo de los medios RPAS las unidades militares son capaces de conocer gran cantidad de información útil y en tiempo real del enemigo y de la situación, como ya se ha expuesto en las ventajas anteriormente analizadas.



Ilustración 7 Ciclo clásico de inteligencia . Fuente: (J. Jordán, 2016). Una revisión del ciclo de inteligencia. Grupo de Estudios En Seguridad Internacional. Retrieved from <http://www.seguridadinternacional.es/?q=es/content/una-revisión-del-ciclo-de-inteligencia>

En la actualidad, cualquiera que haya estado en un Puesto de Mando (PC, del inglés, Post of Command) de nivel Agrupación Táctica (AGT) es capaz de darse cuenta, con relativa facilidad, de la cantidad de información que se maneja y la cantidad de personal que lo guarnece. En ocasiones la información no fluye de la forma óptima, muchas veces no por incompetencia de los gestores de dicha información, sino por la cantidad ingente que se maneja en un solo PC. Este tipo de cuellos de botella de información que se generan son causa de la centralización de la obtención de la información y posterior desarrollo de la inteligencia. Pues la obtención que se hace a nivel Brigada o superior, desarrolla el ciclo de inteligencia y finalmente la difunde a los Batallones ya filtrada, pues cada Bon tendrá sus necesidades, completamente diferentes entre ellos. Posteriormente se repite el proceso de filtrado de la inteligencia a nivel Bon para difundir la inteligencia adecuada a las Cías. Para entonces es posible que la inteligencia sea inútil, por no adecuarse en tiempo o por no ser de interés para la Unidad. Por supuesto es necesaria la obtención de información a todos los niveles, sería un error delegar dicha actividad a los escalones más bajos de mando. Al igual que sería un error negar la capacidad de obtener inteligencia a dichos escalones. La opción que se estudia es la adquisición de medios aéreos no tripulados para los escalones más bajos, a pesar de no ser la única forma de obtener información de cualquier tipo, sí que multiplica las capacidades, sobre todo de reconocimiento, ya que a día de hoy el ET no dispone de UAVs con posibilidad de portar armamento. Se trata de ampliar la capacidad de conocer el campo de batalla a nivel táctico, pues tradicionalmente las unidades de infantería ligera, para conocer lo que había “al otro lado de la colina” tenían que destacar unidades a vanguardia, con el desgaste y la posibilidad de delatar la posición que esto conlleva.

Tras analizar el camino que sigue la información obtenida a nivel AGT, normalmente con equipos PASI agregados, que no son orgánicos de la Brigada, sino pertenecientes al RINT N°1, podemos apreciar la necesidad de pasar por un ciclo de inteligencia a un alto nivel, para

posteriormente ser difundido al Bon y después a las Cias hasta finalmente llegar al verdadero consumidor de dicha inteligencia. Dotando a las Unidades tipo Bon y Cía de mini UAVs similares al RAVEN y al Black Hornet respectivamente, reducimos el camino a seguir por la información a un ciclo de inteligencia a nivel táctico sin necesidad de ser posteriormente difundida a unidades subordinadas, ya que la propia unidad que elabora la inteligencia es la que la consume, con la ventaja de tiempo que esto implica, reduciendo la posibilidad de que dicha inteligencia se quede obsoleta antes de ser funcional. Y, por tanto, los medios de los escalones más altos se podrían emplear en otros menesteres del nivel que les corresponde y no estar empleado en una acción táctica de pequeñas unidades.

Después de considerar el ciclo de inteligencia a nivel táctico se puede concluir que la incorporación de equipos UAV a la orgánica de las unidades tipo Bon o Cía consiguen acelerar el ciclo de inteligencia. Este hecho se debe a que para obtener la inteligencia necesaria de la AOR no se necesita solicitar la inteligencia a escalones superiores, sino que la propia unidad a nivel táctico es capaz de satisfacer sus necesidades de inteligencia. De esta forma se reduce el tiempo de difusión por ser la misma unidad consumidora la que desarrolla la inteligencia, reduciendo los posibles problemas de enlace que puedan existir entre los escalones de mando y que retrasarían la inteligencia. Por supuesto, esto no implica que la unidad no reciba ningún tipo de inteligencia de su unidad superior, sino que la información necesaria en tiempo real y a nivel de mando bajo, como puede ser número de enemigos o barreamientos en las calles de una población, se puede obtener más rápidamente mediante la utilización de estos equipos UAV.

UAVs con capacidad para el Apoyo de Fuegos (UCAVs).

La definición de los vehículos aéreos no tripulados de combate (UCAV, del inglés, Unmanned Combat Aerial Vehicle) que nos proporciona la Doctrina se refiere a ellos como un sistema de armas basado en una plataforma aérea no tripulada, con capacidad de adquisición de objetivos, mando y control, ataque y evaluación de daños. El sistema permite en todo momento la intervención humana en el proceso con posibilidad de cambiar la misión establecida, los objetivos, asignar nuevos cometidos, en otras palabras con la posibilidad de conducir la maniobra del UAV. Además de la capacidad para el Apoyo de Fuegos, este tipo de UAVs cuentan con la posibilidad de ejercer funciones de: vigilancia, reconocimiento, información, relé de comunicaciones, acciones de guerra electrónica, lanzamiento de cargas y otras no letales. (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2008)

Este tipo de medios se diferencian de los mini UAVs en el tamaño, alcance, tripulación necesaria para operar el sistema, capacidad de carga y autonomía. Dentro de la capacidad de carga entra la de portar misiles aire-superficie de diferentes tipos. Otra diferencia considerable es el nivel al que se emplean los UCAVs. Suelen ser UAVs estratégicos, muy centralizados en el mando. Además, debido a sus capacidades de observación, reconocimiento y combate, no tendría sentido que los operasen las pequeñas unidades de combate. Al mismo tiempo, las limitaciones que ofrece en cuanto a mantenimiento, la necesidad de una pista asfaltada para el despegue y el aterrizaje, o la necesidad de un centro de control del sistema que no se puede transportar en vehículos de combate hacen imposible adaptarse a las necesidades de las pequeñas unidades.

Las capacidades ofrecidas por estos sistemas favorecen la posibilidad de mantener la vigilancia sobre una zona o elemento y, en un momento dado batir objetivos en tierra con gran precisión, sin ser detectados por las unidades en tierra. El efecto estratégico y psicológico sobre el enemigo es capaz de minar su voluntad de combatir. Hasta el punto de que en Israel se empleaban como elemento disuasorio, volando a baja cota el sistema para que las tropas de Hezbollah lo pudieran ver, en ocasiones se rendían únicamente con ver la aeronave.

Por ello, es una buena herramienta para el mando en cuanto al apoyo de tropas en tierra o para la ejecución de operaciones que requieran discreción y precisión.

Tras estudiar los UAVs a nivel táctico, no se puede permanecer sin mencionar la importancia que están adquiriendo en los últimos años los UCAVs con capacidad para el Apoyo de Fuegos. A pesar de que el ET no tiene actualmente esta capacidad, los países europeos de la OTAN como Reino Unido, Italia, Francia o Estados Unidos ya utilizan ampliamente este tipo de medios (C. Calvo González-Regueral, 2014). En este campo cabe destacar la deficiencia de medios sufrida por el ET. Aunque esta deficiencia parece tener los días contados, pues en abril del presente año tuvo lugar la presentación del Eurodron, un proyecto en el que participan Alemania, España, Francia e Italia para desarrollar un UAV de tipo MALE y LR, con capacidad para portar armamento (S. Sprenger, 2018).

Conclusiones

Tras el análisis de los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto se obtienen una serie de conclusiones sobre la posibilidad de emplear equipos mini UAV en las unidades de combate de Infantería Ligera/Protegida. La iniciativa de integrar este tipo de sistemas en la orgánica de las unidades ya se ha tomado en los ejércitos más punteros del mundo. El ET está dando ya los primeros pasos hacia la integración de los equipos, aunque se sigue un paso por detrás en este ámbito, con respecto a los países más poderosos de la OTAN. Si se toma como ejemplo los principales ejércitos europeos parece inevitable desembocar en dicha integración.

La evolución en los últimos años de la tecnología en este campo se debe a que se ha descubierto la posibilidad de satisfacer las necesidades de inteligencia sin que suponga un riesgo para la vida de los componentes de las unidades. Por consiguiente, la necesidad por parte del mando de tener un conocimiento completo y actualizado de la situación del campo de batalla/zona de operaciones se puede satisfacer, en parte, con los adecuados medios aéreos no tripulados. Con los equipos mini UAV, se pueden satisfacer las carestías sin la necesidad de interferir en la maniobra o en la operatividad de las unidades de Infantería. Ya que no se necesitan condiciones excesivamente limitantes para operar el sistema, en cuanto a pistas de aterrizaje o mantenimiento exhaustivo, por lo que una Compañía se puede hacer cargo del sistema sin que esto genere problemas tácticos o logísticos significativos.

Las ventajas expuestas en este trabajo son lo suficientemente numerosas y relevantes, en comparación con las desventajas, como para concluir, apoyándose en las encuestas contestadas por los jefes de unidad, que se necesita dotar de equipos mini UAV a las unidades del ET.

En cuanto a la Protección de la Fuerza, los UAVs pueden ser de gran utilidad, especialmente como elementos de vigilancia y reconocimiento, pudiendo reducir el número de elementos de la unidad a empeñar en dichas actividades. Incluso en un momento determinado, se pueden utilizar como sistema de armas para proteger a las unidades propias o como medio de adquisición de objetivos, que al final tienen como objetivo reducir la operatividad enemiga para conservar la propia.

El ciclo de inteligencia a nivel táctico adquiere un gran impulso con los equipos mini UAV, favoreciendo el conocimiento actualizado de la situación del campo de batalla, indispensable para el mando en los conflictos actuales. La velocidad con la que se obtiene la información de la situación sumado a la facilidad de desplegar el UAV en un momento determinado, hacen de este sistema una herramienta de gran valor táctico.

Por último, cabe destacar que tras el estudio de las tendencias a nivel internacional, España se encuentra algo atrás en cuanto a medios RPAS de uso militar. A pesar de estar potenciándolos cada vez más y de disponer de ellos en algunas unidades, como se cita en el trabajo, la mayoría de unidades de maniobra no disponen de estas capacidades.

Bibliografía

- Statista (2018). Comercio de drones: principales países exportadores 1985-2014 | Mundial. September 21, 2018, Fuente: <https://es.statista.com/estadisticas/665494/comercio-de-drones-principales-paises-exportadores/>
- A.P.Moller - Maersk. (2017). Sustainability Report, 84. Fuente: [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(12\)00047-9](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(12)00047-9)
- A. Boyle. (2012). The US and its UAVs: The Financial Cost versus Strategic Value of Drones American Security Project. Retrieved September 23, 2018, Fuente: <https://www.americansecurityproject.org/the-us-and-its-uavs-the-financial-cost-versus-strategic-value-of-drones/>
- R. Masson Scott. (2006). Unmanned Aerial Vehicles use in Army Brigades Combat Teams Increasing effectiveness across the spectrum of conflict, (December).
- M. Dempsey. (2010). Us army unmanned aircraft systems roadmap 2010-2035. *Federation Of American Scientists*, 1–140. Fuente: <https://doi.org/ATZQ-CDI-C>
- Mando de Adiestramiento y Doctrina (2008). Vehículos aéreos tácticos no tripulados con capacidad de apoyos de fuegos DIVA-IV-042, 16.
- Mando de Adiestramiento y Doctrina (2014). *Operación Romeo Alfa Afganistán análisis de experiencias UAV* (Vol. 7).
- Ejercito de Tierra. (2010). *Norma operativa empleo del mini uav RAVEN en operaciones*.
- J. Jordán (2016). Una revisión del ciclo de inteligencia. *Grupo de Estudios En Seguridad Internacional*. Fuente: <http://www.seguridadinternacional.es/?q=es/content/una-revisión-del-ciclo-de-inteligencia>
- J. Sanz. (2015). Los drones de la Primera Guerra Mundial - Historias de la Historia. Recuperado September 20, 2018, Fuente: <http://historiasdelahistoria.com/2015/01/30/el-google-maps-columbino>
- Mando de Adiestramiento y Doctrina. (2009). *Empleo de vehículos aéreos no tripulados*.
- J. A. Marín Delgado (2018). El uso de drones comerciales como vectores terroristas. *leee.Es*, 02/2018(Documento Marco), 1–35. Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2016/12/03/pdfs/BOE-A-2016-11481.pdf>
- Ministerio de Defensa. (2018). *PDC-01 (A) Doctrina para el empleo de las FAS* (Vol. 01). Madrid.
- C. Calvo González-Regueral. (2014). perfilesIDS: De los UAV a los RPAS, 123.
- R. Adeva. (2015). Ya son realidad los primeros drones policía armados que vigilarán las calles | Lifestyle | Cinco Días. October 25, 2018, https://cincodias.elpais.com/cincodias/2015/08/27/lifestyle/1440673221_879067.html
- S. Sprenger. (2018). Companies unveil 'Eurodrone' model at Berlin Air Show. October 26, 2018, Fuente: https://www.defensenews.com/industry/techwatch/2018/04/26/companies-unveil-eurodrone-model-at-berlin-air-show/?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+defense-news%2Fair+%28Defense+News+-+Arc+RSS+-+Air%29
- G. Soriano. (2015). Los drones Reaper ya llevan un millón de horas de vuelo y 78.000 misiones en combate - Noticias Infodefensa UAVs. September 24, 2018, Fuente: <https://www.infodefensa.com/uavs/2015/03/20/noticia-drones-reaper-llevan-millon-horas-vuelo-78000-misiones-combate.html>
- E. Villarejo. (2018). UNVEX: los nuevos «drones» de las Fuerzas Armadas | Por Tierra, Mar y Aire. October 12, 2018, Fuente: <http://abcblogs.abc.es/terra-mar-aire/public/post/unvex-drones-fuerzas-armadas-24731.asp/>

ANEXO A

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS

El desarrollo de diversos tipos de medios aéreos no tripulados ha favorecido la aparición de nuevos conceptos. La definición de UAV que utilizará este estudio es la aportada por la Doctrina del Ejército de Tierra,

“[...]un UAV es un vehículo aéreo que ha sido diseñado o modificado para volar sin tripulación, que puede ser operado por control remoto o de forma autónoma, y que es capaz de llevar a cabo misiones de obtención de información, así como otras de combate, apoyo al combate y apoyo a operaciones no bélicas.”(Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2009)

Este concepto engloba numerosos elementos o sistemas, por ello es necesaria una clasificación más específica de los medios. La clasificación de los UAVs que nos ofrece la Doctrina según diferentes criterios de clasificación es la siguiente.

Por la forma en que reciben las órdenes de vuelo:

- Autónomos. Se programan en tierra y una vez están en vuelo no es posible variar su itinerario.
- Semiautónomos. El piloto puede realizar cambios y conducir la misión desde tierra. El UAV es capaz de funcionar con los cometidos preprogramados sin la intervención del piloto en tierra, aunque puede incluir funciones que no sean autónomas, como el despegue, aterrizaje, etc.
- Remotos. No incluye ninguna función autónoma, es operado por completo por el piloto en tierra.

Por el nivel en el que van a ser empleados:

- UAV Táctico (TUAV), para satisfacer las necesidades operativas específicas de las fuerzas terrestres.
- UAV Estratégico/operacional, con unas características aeronáuticas más exigentes, serían operados por la Fuerza Aérea.

Por su alcance/autonomía pueden ser:

- VCR(Very Close Range): Hasta 6km / 1 hora.
- CR(Close Range): Hasta 25km / 2 horas.
- SR(Short Range): Hasta 50km / 5 horas.
- MR(Medium Range): Hasta 200km / 8 horas.
- LR(Long Range): 300km / 20 horas.

Atendiendo a su techo de vuelo se clasifican en:

- LALE (Low Altitude Long Endurance) hasta 10.000 pies.
- MALE (Medium Altitude Long Endurance) entre 10.000 y 30.000 pies.
- HALE (High Altitude Long Endurance) entre 30.000 y 50.000 pies.

Por su forma de despegue y aterrizaje:

- HTOL (Horizontal Takeoff and Landing) de despegue horizontal, ya sea desde pista o lanzadera.
- VSTOL (Vertical Short Takeoff and Landing) de despegue vertical, mediante rotores o turbinas verticales.

También existen otras denominaciones que sin establecer una clasificación exhaustiva, definen determinados tipos de UAV atendiendo a alguna de sus características:

- Micro UAV: de masa inferior a 5 kg.
- Mini UAV: de masa inferior a 30 kg.
- UCAV: dotados de un sistema de armas para ejecutar misiones de combate.
- UAR: (Unmanned Aerial Rotorcraft)
- UCAR: (Unmanned Combat Aerial Rotorcraft), similares a helicópteros.
(Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2009)

ANEXO B

NOP EMPLEO DEL MINI UAV RAVEN EN OPERACIONES: DESCRIPCIÓN Y COMPOSICIÓN DE UN EQUIPO RAVEN¹

(Ejercito de Tierra, 2010) Páginas [5,9]¹

2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SISTEMA.

Envergadura de alas	1,4 m
Longitud	0,9 m
Estructura	Modular compuesto de Kevlar
Peso avión (con carga útil)	1,9 Kg
Elemento carga útil (peso)	185 g
Peso del sistema (config. mínima)	Dos empaques de 5 Kg cada uno.
Zoom digital (sólo sensor EO ²)	Tres niveles (ancho, normal y telefoto)
Iluminador láser	Si, (500 m alcance) sólo en el sensor IR ³
Velocidad de subida	240 m/min 600 m AGL
Velocidad de giro	360° en 24 segundos
Motor	Eléctrico
Baterías recargables del avión	Li-Ion (recargables)
Autonomía	60~90 min. con baterías recargables (Li-Ion) 80~110 min. con baterías desechables (LiSO2)
Lanzamiento	Manual
Aterrizaje	Aterrizaje automático vertical por pérdida de sustentación
Navegación	GPS y brújula electrónica
Frecuencia del enlace ascendente ("uplink")	Ancho de banda 15 KHz entre 350 y 380 MHz
Frecuencia del enlace descendente ("downlink")	Ancho de banda 15 KHz por canal con un espaciado de 20 MHz en la banda 2,2 - 2,3 GHz.
Antena del enlace ascendente	Omnidireccional
Antena del enlace descendente	Direccional (165° -horiz- x 30°-vert-)
Control de vuelo	Manual y automático

3. DESCRIPCIÓN Y COMPOSICIÓN DEL EQUIPO MINI UAV RAVEN B.

El equipo estará compuesto básicamente:

- Personal del equipo.
- Sistema MINI UAV RAVEN B (material).

² EO: Electro-Optico

³ IR: Infrarrojo

3.1. PERSONAL.

3.1.1. Personal del equipo. ⁴

La composición del Equipo RAVEN es:

- 1.- Jefe de Equipo (Jefe de Misión).
- 2.- Navegador
- 3.- Conductor
- 4.- Tirador AMP

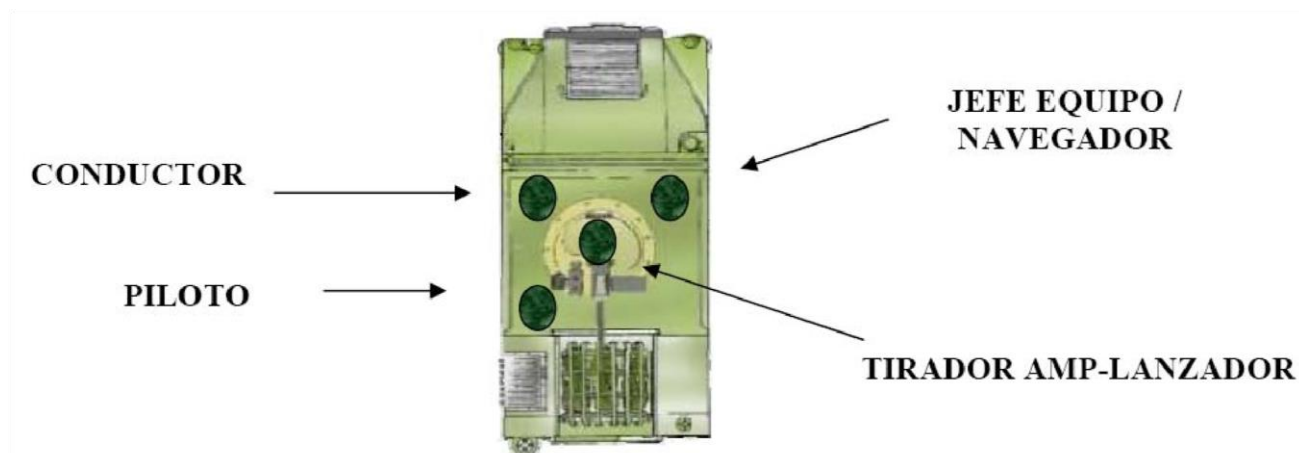
3.1.2. Funciones del personal.

- 1.- Jefe de equipo (Suboficial):
 - Instruir al personal del equipo.
 - Planear, dirigir y ejecutar la misión.
 - Asesorar al jefe de la Unidad apoyada en el empleo del sistema.
 - Redactar los informes post-misión.
 - Realizar el proceso inicial de imágenes/vídeo para su entrega a los órganos de elaboración de Inteligencia (CIDI/ASC) del nivel que corresponda.
 - Operador de Misión/Aeronave.
- 2.- Piloto (Cabo Mayor/Cabo 1º):
 - 2º Jefe de equipo.
 - Navegador/Explorador del Equipo, carga y manejo PDA y GPS (IFTS⁵ si está disponible)
 - Auxiliar al jefe de equipo en la redacción de informes y proceso de imágenes.
 - Gestionar el archivo de videos/imágenes.
 - Operador de Aeronave.
 - Mantener el sistema RAVEN.
- 3.- Conductor/ORTF(Cabo/soldado):
 - Conductor.
 - Lanzador/Recuperador.
 - Observador
 - Operador sistemas Radio.
 - Sirviente AML
- 4.- Tirador AMP(Cabo/Soldado):
 - Tirador AMP/AML.
 - Conductor Reserva
 - Auxiliar de mantenimiento del sistema RAVEN.

⁴ La composición de 4 integrantes se ha propuesto debido a la reducida capacidad para portar el material del equipo en el tipo de vehículo desplegado actualmente en Afganistán. El número de personal óptimo, tanto para un empleo táctico como un adecuado mantenimiento, es de 5 componentes. Este quinto elemento, de nivel Cabo/Soldado, tendría como misiones ORTLF, Lanzador/Recuperador, Observador y sirviente AML.

⁵ ISAF Forces Tracking System

Independientemente de lo expresado, los cometidos dentro del equipo deben de ser intercambiables y polivalentes, en especial a que todo el personal del equipo debe tener los conocimientos necesarios para el empleo del Sistema RAVEN



3.1.3. Formación del personal.

Aunque en la estructura ISR del ET siglo XXI se establece que los mini UAV son sistemas de dotación en el nivel Batallón, en el caso del RAVEN B, el nivel de descentralización y empleo del sistema podrá llegar hasta el nivel Compañía/Escuadrón e incluso en ZO hasta nivel Sección.

Por ello, es de vital importancia la existencia de operadores instruidos al menos hasta el nivel Compañía/Escuadrón.

La formación inicial de los operadores del sistema fue contractual impartida por la empresa fabricante en la ACINF (Toledo), formándose a los instructores en el sistema, a razón de 2 por Sistema adquirido. A partir de ese momento, la formación debe incluirse en los programas de instrucción y adiestramiento de las unidades. Inicialmente el personal formado en los cursos contractuales será quien tendrá a cargo la instrucción de los operadores que necesite cada unidad, evolucionando la instrucción en lo sucesivo en base al personal de mayor experiencia en el manejo del sistema y en operaciones. Debe tenerse en cuenta que la formación básica de operadores requiere unos plazos de tiempo mínimos de dos a tres semanas, dependiendo de las habilidades del personal seleccionado. Dicha formación deberá incluir los aspectos mínimos necesarios de conocimiento de la legislación aérea aplicable al sistema y su operación en Territorio Nacional y Zona de Operaciones.

3.2. MATERIAL.

3.2.1. Específico del Sistema.

Un sistema RAVEN B esta compuesto por los siguientes elementos:

- Tres (3) plataformas aéreas,
- Dos (2) estaciones de control en tierra idénticas (GCS y RVT):
 - Sensores:
 - Tres (3) diurnos, cada uno con dos cámaras en color (una frontal y otra lateral).
 - Dos (2) nocturnos (con una cámara térmica sin refrigerar) de visión lateral con iluminador laser.

- Un ordenador portátil ruggedizado para planificación y seguimiento de la misión, con un GIS⁶⁶ incorporado.
- Un (1) simulador software, que se ejecuta en el ordenador portátil, reproduciendo la secuencia de los chequeos prevuelo del avión y otras tareas rutinarias.
- Un (1) cargador de baterías con adaptadores vehiculares y para la red eléctrica.
- Un (1) lote de repuestos de nivel orgánico por sistema.
- Caja de transporte (embalaje logístico), que permita contener todos los elementos del sistema.
- Manual de usuario y mantenimiento de 1º y 2º escalón.
- Documentación y software:
 - Software propio del sistema RAVEN.
 - Sistema operativo.
 - Software FalconView con licencias de instalación.

3.2.3. Vehículo.

El equipo debe dotarse con un vehículo propio, de las mismas características en cuanto a protección y movimiento que el resto de los vehículos de las unidades apoyadas, preparado con los soportes y adecuación necesaria para la fijación del material tanto de vuelo como del propio sistema.

Se evitará compartir vehículo con otros elementos de la unidad apoyada (en caso de que dicha unidad emplee BMR o RG-31) lo que restaría libertad de acción al equipo y condicionaría su empleo y/o la misión de los otros ocupantes.

3.2.4. Medios de transmisiones.

- 2 PNR-500/Walkies, enlace interno del equipo en caso de tener que ejecutar una misión alejados del vehículo.
- 1 PR-4G 9500.
- 1 PR-4G 9100.

3.2.5. Otro material.

Se tiene previsto que NLT 01ENE2011 los sistemas cuenten con el siguiente material de nueva adquisición.

- Radio balizas tipo Falcon Tracker.
- Una antena de detección.

⁶⁶ GIS: Geographic Information System.

- Un anemómetro.
- Una estación meteorológica.
- Una mochila de transporte para el ordenador del jefe de misión.
- Un disco Duro de 250 GB multimedia.
- Un convertidor para carga de baterías desde el coche.
- Un cable de prolongación del HUB al RJ45.
- Una regleta de tensión.

ANEXO C

**ENCUESTAS SOBRE EL USO
DE MINI UAVS A NIVEL
BATALLÓN Y COMPAÑÍA**

Este cuestionario se basa en una serie de preguntas sobre las aplicaciones a nivel táctico de sistemas UAV, para el Trabajo de Fin de Grado “Obtención de información a través de medios aéreos no tripulados y sus aplicaciones tácticas” desarrollado por el Alférez Jose Luis Ruiz Albaladejo, agregado a la Compañía de Mando y Apoyo del Batallón “San Quintín” I/3. El objetivo de la consulta es conocer las necesidades y las capacidades de las unidades tipo Cia/Bon con respecto a los medios aéreos no tripulados, así como recopilar datos que se consideran de utilidad para la investigación llevada a cabo. Las preguntas van enfocadas a sistemas mini UAV tipo RAVEN o Black Hornet. Si considera oportuno puede añadir cualquier tipo de comentario, aclaración o adjuntar algún tipo de documentación a lo largo de todo el cuestionario.

1. **¿Dispone su Unidad de medios aéreos no tripulados? En caso afirmativo, ¿Qué medios? ¿Han sido dotados por el Ejército o son personales de algún componente de la Unidad?**

- S1.** Sí, un dron adquirido por S2 del Batallón, financiado por el propio Batallón.
S2. Sí. Medios RAVEN y Black Hornet.
S3. No dispongo de medios aéreos no tripulados.
S4. No, actualmente en mi compañía no se dispone de ningún medio aéreo no tripulado.
S5. Un pequeño dron pagado a nivel personal.
S6. No posee.
S7. No
S8. Don Civil. No dotado por Ejército. Comprado con créditos de unidad.

2. **Valore de 0 a 10 las siguientes capacidades del UAV/drone en caso de que disponga de uno de ellos: a. Autonomía:b. Distancia máxima de empleo:c. Operatividad con meteorología desfavorable:d. Operatividad en ambiente nocturno:e. Capacidad para el apoyo de fuegos:f. Capacidad de localización por coordenadas GPS:g. Capacidad de operar en movimiento desde dentro de un vehículo con inhibidores.**

ENCUESTADO	AUTONOMÍA	MÁXIMA DE EMPLEO	METEOROLOGÍA DESFAVORABLE	EN AMBIENTE NOCTURNO	PARA EL APOYO DE	LOCALIZACION GPS	IDAD CON INHIBIDORE
1	6	8	4	1	0	1	5
2		9	5	3	0	6	5
3							
4							
5							
6	3	8	4	4	0	8	
7							
8	7	6	4	3	5	7	3
PROMEDIOS	5,333333333	7,75	4,25	2,75	1,25	5,5	4,333333333

3. **Valore de 0 a 10 cuál sería la puntuación óptima para las capacidades de un mini UAV encuadrado en las unidades tipo Cía/Bón del UAV/drone. a. Autonomía:b. Distancia máxima de empleo:c. Operatividad con meteorología desfavorable:d. Operatividad en ambiente nocturno:e. Capacidad para el apoyo de fuegos:f. Capacidad de localización por coordenadas GPS:g. Capacidad de operar en movimiento desde dentro de un vehículo con inhibidores.**

ENCUESTADO	AUTONOMÍA	DISTANCIA MÁXIMA DE EMPLEO	OPERABILIDAD CON METEOROLOGÍA DESFAVORABLE	OPERABILIDAD EN AMBIENTE NOCTURNO	CAPACIDAD PARA EL APOYO DE FUEGOS	LOCALIZACIÓN GPS	COMPATIBILIDAD CON INHIBIDORES
1	7	7	8	9	5	8	9
2	8	8	7	10	5	8	5
3	10	8	5	6	8	5	8
4	10	6	9	10	0	9	7
5	8	9	8	9	9	8	9
6	4	6	4	4	2	9	7
7	8	9	9	10	6	7	6
8	8	9	7	9	7	9	7
PROMEDIOS	8,5	7,833333333	7,333333333	8,833333333	5,666666667	7,833333333	7,5

4. ¿Considera de utilidad la estandarización del uso de UAVs a nivel táctico, así como la inclusión en plantilla orgánica de un equipo UAV por unidad tipo Cía, en lugar de hacer agregaciones para la misión?

- S1.** Considero que según las necesidades del ejército, sería más factible el empleo a partir de una unidad tipo batallón aunque indudablemente el empleo a nivel compañía incrementaría notablemente la operatividad de dicha unidad. No obstante al usarlo a nivel batallón habría que ofrecer estas capacidades al máximo a las compañías cuando lo necesiten realmente.
- S2.** Sí.
- S3.** Sí, ya que da unas capacidades que no dan las agregaciones, además es un medio que no expone al personal.
- S4.** Si que considero la utilidad de estandarizar el uso de este tipo de medios a nivel táctico e incluir un equipo UAV en la compañía ya que es de gran utilidad disponer de medios propios de reconocimiento para llevar a cabo cualquier tipo de operación sin la necesidad de depender de una unidad agregada.
- S5.** Por supuesto, es necesario no solo para misiones, si no para la instrucción diaria del personal de la Cia.
- S6.** Si, creo que la inclusión de estos medios es positiva ya que permitiría que el equipo UAV se adaptara a los procedimientos de la Cia y que esta se acostumbrara a contar con este medio y a aprovecharlo.
- S7.** Si, para mejorar la instrucción de los operadores y ampliar las capacidades de la Cia
- S8.** Muy positivo.

5. Como Jefe de Unidad de maniobra, ¿Qué capacidades, a rasgos generales, considera necesarias para los UAVs integrados en unidades de maniobra?(Localización GPS, visión nocturna, autonomía, distancia máxima de empleo...).

- S1.** Considero importante el empleo en ambiente nocturno, la localización GPS, una autonomía mínima de 30 minutos, grabación y transmisión de vídeo a tiempo real y una distancia mínima de 2 km.
- S2.** Visión nocturna, buena autonomía y gran alcance de empleo.
- S3.** En primer lugar la autonomía y la posibilidad de uso mientras están en funcionamiento los inhibidores, otra cuestión muy importante sería medios de visión en condiciones de escasa o nula visibilidad (cámaras térmicas, visión nocturna...).
- S4.** Considero que para un UAV de compañía, lo más importante es que tenga autonomía suficiente para realizar un reconocimiento sin necesidad de una gran distancia para su empleo. Otras capacidades importantes es que sea operable de noche, desde un vehículo en movimiento y que tenga localización GPS. A nivel compañía no es importante que se disponga de capacidad de apoyo de fuegos.

- S5. Autonomía, distancia de alcance y uso en ambiente nocturno.
 - S6. Localización GPS, tanto del UAV como de los puntos que se observen; capacidad de recuperación del UAV, de forma que este sea capaz, en caso de falta de enlace o batería baja de dirigirse hacia el último punto en tierra desde el que se tuvo enlace; alcance mínimo 1 km y autonomía mínima 2 horas y media; visión nocturna y canal óptico.
 - S7. Autonomía, medios de fotografía, facilidad de empleo.
 - S8. Autonomía próxima a 90 minutos, localización GPS y visión nocturna.
- 6. ¿Qué utilidades considera que tiene la inclusión de sistemas tipo mini UAV a nivel táctico?**
- S1. Puede resultar útil para la inteligencia de la unidad, detectar asentamientos enemigos o asegurar el despliegue con una visión aérea del mismo.
 - S2. Empleo en misiones de obtención de información a bajo nivel. Véase observar una posición de pelotón antes del asalto.
 - S3. Su utilidad principal es de observación para poder anticiparse a cualquier imprevisto.
 - S4. Reconocimiento de puntos de paso obligado, reconocimientos de posiciones enemigas o de una zona urbana previamente a atacar, mayor control de las unidades en combate y adquisición de objetivos.
 - S5. Inteligencia. Seguridad.
 - S6. Obtención de inteligencia e información clave en operaciones (Puntos de paso obligado, reconocimiento previo, actualización de la situación actual de las vías de aproximación a una población...), corrección de fuegos indirectos, etc.
 - S7. Mayor capacidad de incursión en zona enemiga.
 - S8. Reconocimiento próximo, grabación actividades de instrucción y adiestramiento. Localización de objetivos y BDA.
- 7. ¿Hasta que nivel considera útil la agregación de equipos mini UAV; Regimiento, Batallón, Compañía o Sección? Haga las aclaraciones que considere necesarias, como la importancia de agregaciones para las secciones independientes...**
- S1. Considero que para operaciones cada unidad necesitaría uno, como por ejemplo en una COP de una compañía debería tenerlo. Pero en los regimientos para el día a día considero necesario solo uno por Batallón
 - S2. Compañía.
 - S3. Hasta nivel Compañía, lo ideal sería a nivel sección ya que en muchas ocasiones es la sección la que realiza movimientos, aislada del resto de la unidad, pero siendo realista lo ideal sería mínimo hasta nivel Compañía.
 - S4. Regimiento: no lo considero útil porque dispone de otros medios UAV mejores. Batallón: Es útil disponer de UAV aunque considero que no deben ser mini UAV sino que deberían ser UAVs de mayor tamaño. Compañía: es muy útil disponer de mini UAV para realizar reconocimientos. Sección: no es útil ya que si se dispone de esos medios en las compañías, se pueden agregar a las secciones si lo necesitan.
 - S5. Batallón. A menor nivel creo que el propio personal de la unidad tiene que trabajar en ello.
 - S6. Considero útil la agregación de estos equipos hasta nivel Compañía y excepcionalmente a las secciones de reconocimiento. En caso de unidades superiores las características y capacidades de estos elementos deberán de ser superiores.

- S7.** Compañía ya que es la mínima unidad de maniobra con disponibilidad de apoyos.
- S8.** Mínimo nivel de empleo compañía o SGT.

ANEXO D

TABLAS PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS

ID	Descripción riesgo	Causa del riesgo	Impacto (bajo, medio, alto)	Probabilidad (1,2,3)	Clase riesgo	Efectos riesgo	Medida
1	Pérdida de enlace con la aeronave	Autonomía Limitada u orografía del terreno	H	2	2H	Posibilidad de perder la aeronave	Precaución de los operadores y estudio del terreno previo
2	Daños en la aeronave por meteorología desfavorable	Vulnerabilidad de la aeronave ante la meteorología	H	1	1H	Dañar aeronave	Estudio meteorológico previo al despliegue del sistema
3	Pérdida de discreción tras el despliegue	Luces del propio sistema	L	2	2L	Revelar la posición de la unidad	Consideración del terreno previo al despliegue
4	Recibir acciones de guerra electrónica enemigas	Descubrimiento del sistema por parte del enemigo	M	1	1M	Pérdida de enlace	Enmascaramiento de movimiento
5	Dstrucción del vehículo que transporta el sistema	Ataque enemigo	H	2	2H	Inutilización del sistema y de la tripulación	No diferenciar el vehículo portaUAV del resto del convoy
6	Colisión de la aeronave con elementos del medio (árboles, edificaciones...)	Variabilidad del terreno	M	1	1M	Daños y pérdida de la aeronave	Estudio del terreno previo
7	Recibir fuego directo o indirecto en el GCS	Recibir fuego directo sobre el GCS en un enfrentamiento armado	H	2	2H	Dstrucción del sistema	Buscar protección al operar el sistema
8	Precipitación de la aeronave antes de iniciar la misión por mantenimiento deficiente	Mantenimiento deficiente	L	1	1L	Necesidad de sustituir la aeronave	Instrucción de la tripulación

Matriz riesgos proyecto

					Estadística	
Probabilidad	3	0	0	0	Clase riesgo	Nr
	2	1	0	3	Alto (rojo)	0
	1	1	2	1	Alto - medio (naranja)	3
		Low	Medium	High	Medio (amarillo)	4
		Impacto			Bajo (verde)	1
					Total:	8